

Gyorsuló megfigyelők (motiváció, Einstein Ekvivalencia Elve)

Rátérünk a gyorsuló megfigyelők vizsgálatára. Eddig az inerciális megfigyelőkről beszéltünk csak, mert a speciális relativitáselmélettel foglalkoztunk. A világon vannak gyorsuló megfigyelők is. Ki lehet-e terjeszteni a specrelt ezekre is és lehet-e mondani hogy a gyorsuló megfigyelők és inerciális megfigyelők számára is ugyanazok a természettörvények?

Most beemeljük a gyorsuló megfigyelőket is a képbe. Nézzük, hogy hogyan látják a világot, hogyan viselkednek az óráik, mérőműszereik, hogyan látják egymást az inerciális megfigyelőkkel.

Mi haszna van a gyorsuló megfigyelők elméletének?

-- Talán legfontosabb: ez fog elvezetni minket a fekete lyukak elméletének a kitapogatásához.

-- Mi a különbség a specrel és az áltrel között? Az, hogy az áltrelben a gravitáció jelenségét is vizsgáljuk, sőt ennél több is van. Specrel vizsgálatát annak geometrizálásával zártuk. Áltrel fő célja a gravitáció geometrizálása. A gravitáció jelenségét egyfajta geometriára vezetjük vissza. A gyorsuló megfigyelő teszi lehetővé, hogy beszélni tudjunk a gravitációról (az ekvivalencia elv segítségével, EEP).

-- A gyorsuló megfigyelők segítségével le lehet követni, hogy a paradigmaticus effektusok (pl. űrhajó megrövidülés) hogyan alakulnak ki (fokozatosan, az illető űrhajó gyorsítása során).

-- Az iker paradoxon kijön a gyorsuló megfigyelők vizsgálatából (ld. <http://www.arxiv.org/abs/gr-qc/0504118>). Gravitáció hatása az órákra (ld. <http://arxiv.org/abs/gr-qc/0604041>). $E=mc^2$. Ld. Rindler könyv (OUP 2001) 5.3 fejezet „The equivalence of mass and energy” (pp.111-112 vagy bővebben pp. 108-112).

Gyorsuló megfigyelők vizsgálata hogyan vezet el a gravitáció vizsgálatáig?

Einstein Ekvivalencia Elve (EEP): „gravitáció = gyorsulás”. Ez jelszó, jelmondat (nem kézzelfogható axióma).

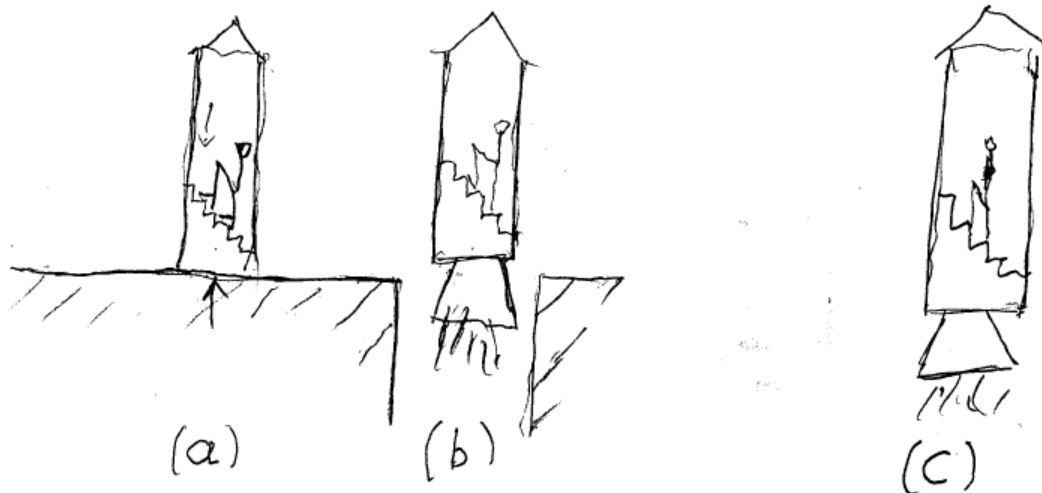
Mit állít igazából, kézzelfogható szinten?

Két dolgot, a második a fontosabb.

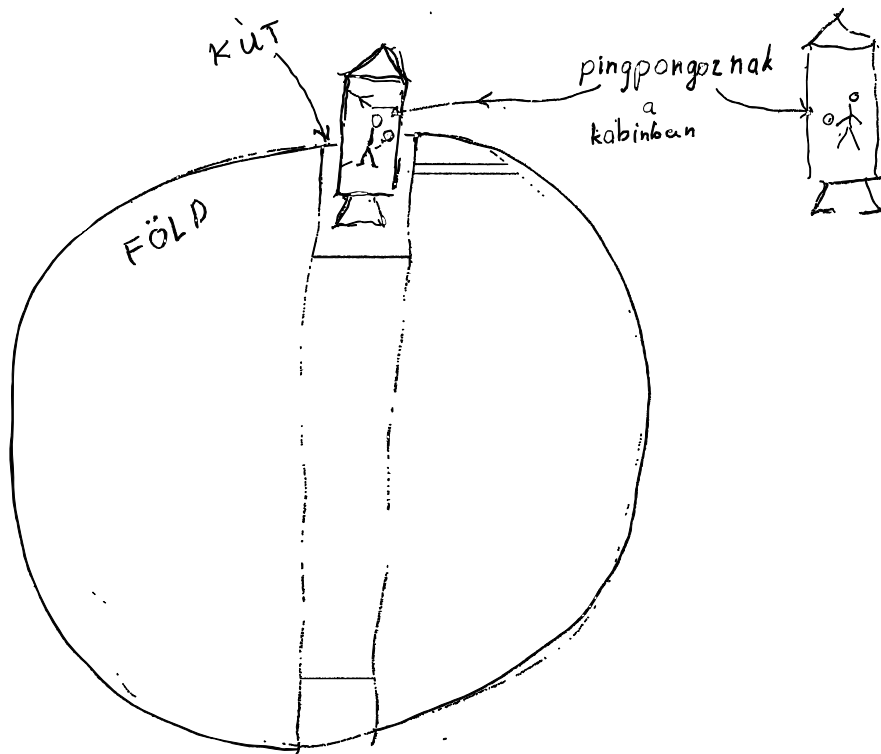
I.) Legyen

- (a) Földön álló (gravitációnak kitett) torony
- (b) Torony alól eltávolítjuk a földet és hajtóművet úgy járattjuk, hogy a torony ne essen le, helyben maradjon
- (c) Távolságban a világűrben űrhajó, aminek hajtóműve pont úgy jár mint (b)-ben.

A három „kabin” belsejében kísérleteket végző tudósok mindegyike ugyanolyan eredményeket kap. Lokálisan (és lefüggönyözött ablakok mellett) nem tudják kísérletek segítségével megkülönböztetni az (a)-(c) esetet. Azaz „(a), (b), (c) kabinok belsejében ugyanazok a természettörvények uralkodnak”.

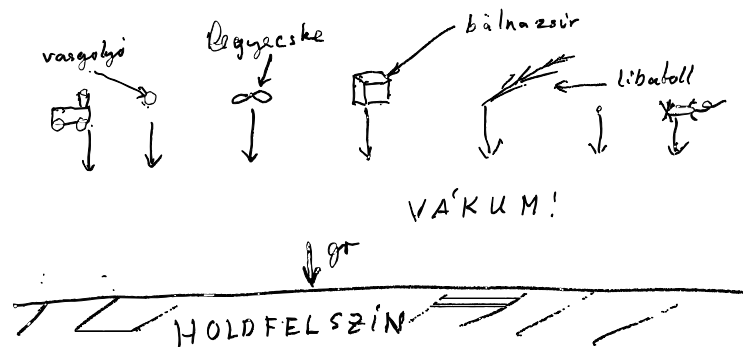


II.) Második verzió: Átfúrjuk Földet az északi sarktól a déli sarokig. A földi kútban szabadon eső űrhajó és a távoli világűrben lebegő űrhajó belsejében ugyanazok a természettörvények uralkodnak. Ez lokálisan értendő (kis környezetben, kis ideig).



Miért hisszük el?

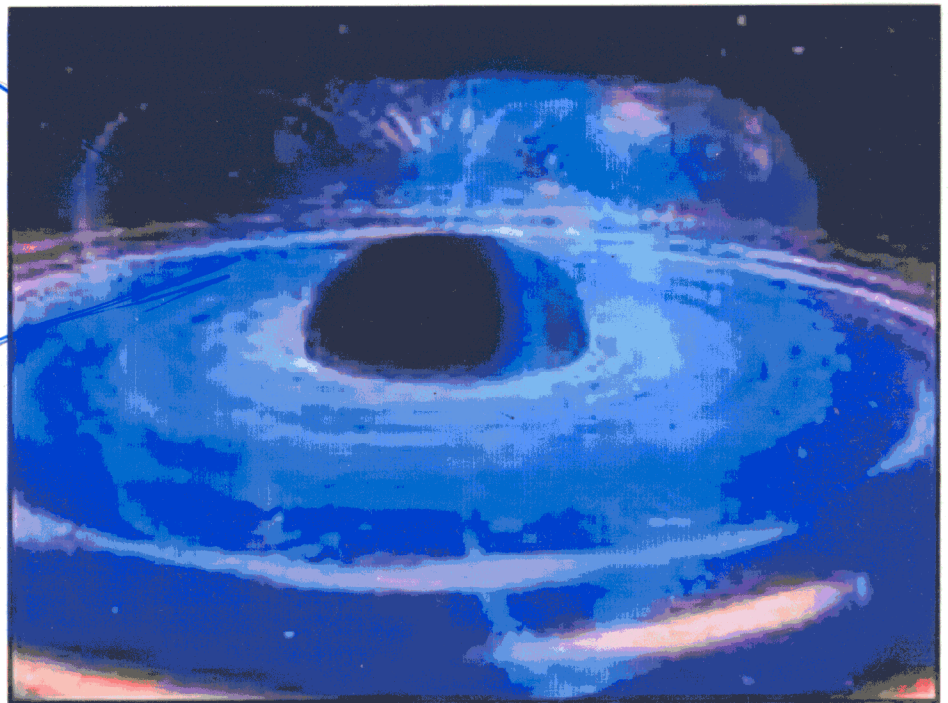
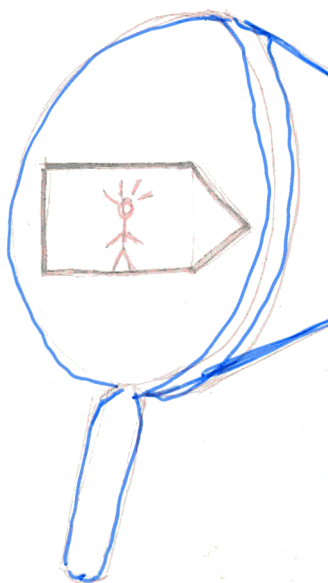
Eötvös, Galilei kísérletei: Minden tárgy egyforma gyorsulással esik le (vákumban).



GENERAL RELATIVITY and beyond

Einstein's locally Special principle:

Let p be a point in a general relativistic space-time. Then if we drop a small enough spaceship, put an experimental scientist in the spaceship who lives for a short enough time, then the experimentalist will find special relativity true in the spaceship. This holds true even on the event horizon of a spinning black hole or wherever you want. Of course, it is crucial that the spaceship is small enough and that its life is considered only for a small enough time interval. This is Einstein's locally special principle.



Next we implement Einstein's locally Special principle as follows:

In any GRT spacetime, every point p has a small enough neighbourhood S such that Special holds in S in some sense.