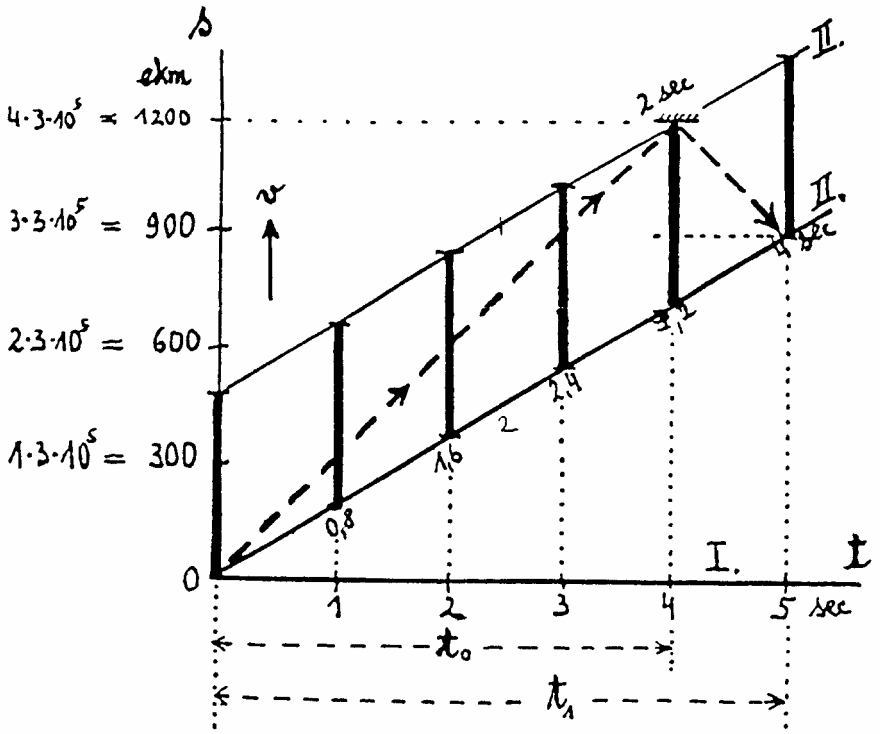
III. A hosszúságok mérése.

Az egymáshoz képest mozgó tárgyak hosszúságának átszámítását az időtartamra kapott eredmény alapján végezzük el, figyelembe véve, hogy a fény terjedési sebessége független a fényforrás és észlelő kölcsönös sebességétől, (Michelson-kísérlet).



Az s-tengely mentén egy 480000 km = 480 ekm hosszú űrhajó mozog v = 0,6c = 180 ekm/sec sebességgel. Elejének és végének utjait a II. ferde egyenesek tüntetik fel. Az űrhajó hátsó vége a Földön maradt I. észlelő szerint 5 sec-kor 900 ekm távolságban van, (amikor is az űrhajó hátsó végén 4 sec van). Arányos számítással megállapítható, hogy I. szerint 4 sec-kor az űrhajó eleje 1200 ekm-re, hátsó vége 720 ekm-re van. Az űrhajó hátsó végén ekkor 3,2 sec van. t_1 = 0-kor egy fényjelet küldtünk az űrhajó után, amely az űrhajó elején levő tükröt I. szerint 4 sec-kor, 1200 ekm távolságban érte el, azután hátrafelé visszaverődve t_1 = 5 sec-kor érte el az űrhajó hátsó végét, amely ekkor 900 ekm távolságban van. Mindez az s-tengely egyenesében ment végbe és megegyezésben van a fény c terjedési sebességével.

Hogyan észlelik a jelenséget a II.-űrhajón? Számukra az űrhajó áll és egy L_2 hosszúságú darabon ment ide-oda a fény, $2L_2$ utat megtéve 4 sec alatt. A fénysebesség számukra is c, tehát $c = \frac{2L_2}{4}, L2$ = 2·300 ekm = 600 ekm. Tehát a

II.-űrhajón utazó tudós jelenti az I.-beli tudósnak, hogy űrhajója 600 ekm hosszú. Az I. számára az űrhajó 480 ekm hosszú, tehát a II.-ről jelentett 600 ekm-t 600 : 480 = 1,25 arányban megrövidültnek figyelik meg.

Még egy következmény. II. számára a tükrön való visszaverődésnek félidőben, 2 sec-kor kellett történnie, hiszen számára az oda-vissza út egyenlő. Tehát amikor az űrhajót I.-ből egy bizonyos pillanatban vizsgálják, akkor az űrhajó mentén nincs egyidejűség, az űrhajón előbbre levő pontokat vizsgálva az időpont adata csökken.

A távolságmérés levezetése.

Találkozási feladat módjára kiszámítjuk, hogy I.-ből nézve mely t_0 pillanatban történt a visszaverődés a tükrön. A fény t_1-kor ér az űrhajó végére.
Az űrhajó elejének az útja: $ct_0 = t_1v + (t_1 - t_2)c$,
az űrhajó végének az útja: $vt_0 = ct_0 - L_1$.
L_1 jelenti az űrhajó hosszát I.-ben, L_2 pedig II.-ben.
Az egyenletrendszerből t_0 kiküszöbölésével kapjuk t_1-et:

$$t_1 = \frac{2cL_1}{c^2 - v^2} = \frac{2L_1}{c\left(1 - v^2/c^2\right)} = \frac{2L_1}{c} \cdot k^2.$$

A II. rendszerben, az űrhajón számolva a fény a $2L_2$ hosszúságot t_2 idő alatt futotta be ugyancsak c sebességgel:

$$2L_2 = ct_2.$$

Azonban az előző fejezet szerint

$$t_2 = \frac{t_1}{k} \text{ és } L_2 = \frac{ct_2}{2} = \frac{ct_1}{2k},$$

az előbbi t_1 felhasználásával:

$$L_2 = kL_1.$$

Tehát ha az űrhajósok L_2 hosszúságot mérnek, akkor az I. rendszerben ez

$$L_1 = L_2/k$$

hosszúságú, a távolság k arányában megrövidült.
Számpéldáinkban v = 0,6c, v/c = 0,6 és k = 1,25.

IV. A Lorentz-transzformáció

Vissza a tartalomjegyzékhez

INDEX