Vermes Miklós

A speciális relativitáselmélet vázlata

Körülbelül száz év óta az igen érzékeny műszerekkel végzett kísérletek azt mutatták, hogy a mechanika addig ismert törvényei csak a kis sebességek határesetében érvényesek, igen nagy, a fénysebességgel összemérhető sebesség esetében általánosítandók. Ezt tette Einstein Albert 1905-ben.

I. Galilei-féle relativitási elv.

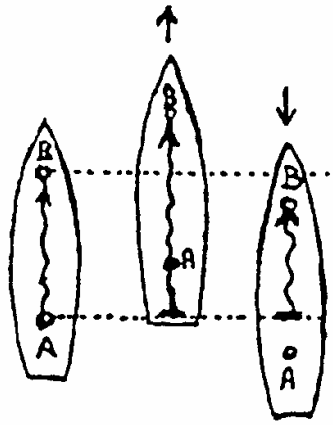
Galilei ismerte fel először (1600 körül) a természet következő alapvető tulajdonságát: sebességről csak mint két tárgy (koordinátarendszer) közös adatáról lehet beszélni. Ez az adat egyformán tartozik mindkét tárgyhoz, azok közös adata. Egyetlen tárgy külön (abszolút) sebességét nem lehet kérdezni.

Példák: Ha a széken ülök, testem és a Föld kölcsönös sebessége nulla; ugyanakkor a testem és a Naprendszer kölcsönös sebessége 30 km/sec a Föld napkörüli keringése miatt.

Galilei példája: az utas este beszáll egy hajó zárt fülkéjébe és másnap reggel nem képes megállapítani, éjjel elindult-e a hajó? Ha a hajó orra előtt látja a szétváló hullámokat, ez jelentheti, hogy a hajó megy egy tavon, de ugyanaz a látvány, ha a hajó egy folyóban horgonyzott le. Mindenképp a hajó és a víz kölcsönös sebességét észleljük. Ha kipillantunk a partra, akkor a hajó és a szárazföld kölcsönös sebességét észleljük.

A gyufa ugyanúgy gyullad meg, akár a skatulyán húzzuk végig, akár a skatulyát húzzuk el a gyufán.

Sebességmérés. Egy hajón a hang terjedési sebességét mérik. Lemérik, hogy *A* és *B* árbócok között a távolság 330 méter. Egy *A*-ban leadott hangjel érkezését 1 másodperc múlva észlelik *B*-ben, tehát a hang terjedési sebessége 330 m/sec.



Ha a hajó 33 m/sec sebességgel halad észak felé és most végzik el a mérést, akkor *B* szalad a jel elől és *B*-ben a jelzést 1,1 másodperc múlva fogják fel. Így az észlelt hangsebesség 330 m : 1,1 sec = 300 m/sec.

Ha a hajó 29,7 m/sec sebességgel halad dél felé, az *A*-ból induló hang 0,9 sec múlva érkezik *B*-be, amely most a jel elébe szalad, így az észlelt hangsebesség 330 m : 0,9 sec = 367 m/sec.

Az észlelés történhet éjjel, amikor a parthoz vagy vízhez való viszonyítás nem lehetséges. A hang kibocsátását és megérkezését zárt fülkéből is megfigyelhetik (hangszóróval, mikrofonnal), amikor légmozgást nem tapasztalhatnak. Mindenképp a sebességmérés alapjául az *AB* = 330 méteres távolság szolgál, hiszen az árbócok a hajó ugyanazon helyén maradtak. A hangsebességek eltéréseiből az utasok következtethetnek a hajó sebességére nagyság és irány szerint. Az előre- és hátramenés sebességei között az eltérés 367 – 300 = 67 m/sec. Ez az eredmény nem mond ellen a Galilei-féle relativitási elvnek, hiszen a hajó és a levegő kölcsönös sebességét kaptuk meg. Megtörténhet, hogy a hangsebességek eltéréseit a szél okozza, miközben a hajó a vízhez képest egyhelyben marad.

Egy megjegyzés: a hang sebességét nem befolyásolja, hogy a hangforrás "álló" vagy "nyugvó". A kísérlethez szükséges hangjelet épp úgy okozhatja egy kalapácsütés a hajón mint egy sirály vijjogása az árbóc mellett. A hangforrás nem dobja előre a hangot úgy, mint a nekifutó gerelyvető a gerelyt.

Tehát hullámok mért terjedési sebességéből következtethetünk a hullámforrás és közeg kölcsönös sebességére.

A Michelson-kísérlet. Az 1600-as évektől egészen a XX. századig a fizikusok azt hitték, hogy a fény egy rugalmas anyagnak, a fény-éternek rugalmas hullámzása. Egy rugalmas anyagban a tranzverzális hullám ugyanolyan törvények szerint terjed, amint az a fény esetében tapasztalható. Az éternek elnevezett, elképzelt igen finom anyag minden testen keresztüljárt volna és a légüres térben is jelen lett volna.

Már Maxwell vetette fel azt a gondolatot, hogy meg lehetne állapítani Földünk sebességét a mindenséget betöltő éterhez képest, az előbb bemutatott hajó-hang eljáráshoz hasonlóan. Ez nem mond ellen a Galilei-féle relativitási

elvnek, hiszen két tárgy, két rendszer kölcsönös sebességét ismernénk meg. De minden esetre érdekes adat volna megtudnunk, miként mozgunk a mindenséget betöltő éterhez képest. A világot betöltő éter az állócsillagok rendszeréhez van-e rögzítve, vagy esetleg, ami kevésbé valószínű, galaktikánk vagy naprendszerünk nyugszik-e benne mozdulatlanul?

Michelson 1887-ben végzett el először pontos kísérletet arra nézve, hogy milyen sebességgel mozgunk a fény terjedését lehetővé tevő éterhez képest. Eszközével az oda- és visszamenő fénysebesség-különbségeket lehetséges észlelni. Ha az előlről hátra és hátulról előre menő fénysugarak között sebességkülönbség van, akkor a felfogó lemezen az interferencia folytán keletkező sávok eltolódnak és ebből számítható a sebességek eltérése.

A Michelson-féle kísérlet alkalmával az interferenciasávok nem mozdultak el. Ez azt jelenti, hogy Földünk a mindenséget betöltő éterhez képest nyugszik. De ez érthetetlen, hiszen Földünk egy pontja nappal és éjjel 1600 km/h, télen és nyáron 30 km/sec sebességkülönbséggel mozog a Naprendszerhez képest. Az az eset, hogy az éter a Földhöz van rögzítve, elképzelhetetlen. A kísérletet 100 év folyamán több mint százszor megismételték, végül már olyan nagy pontossággal, hogy 2 m/sec éterhez viszonyított sebesség is észrevehető lett volna. Hasonló elektromos (Trouton-Noble) és gravitációs (Tomaschek) kísérleteket is végeztek. Teljes bizonyossággal kiderült, hogy a fényforrás és az észlelő bármekkora kölcsönös sebessége esetében is a fény terjedési sebessége változatlanul ugyanakkora. A váratlan eredményt Einstein magyarázta meg. A távolság és időmérés mozgó testek esetében nem olyan egyszerű.

II. Az időtartamok mérése