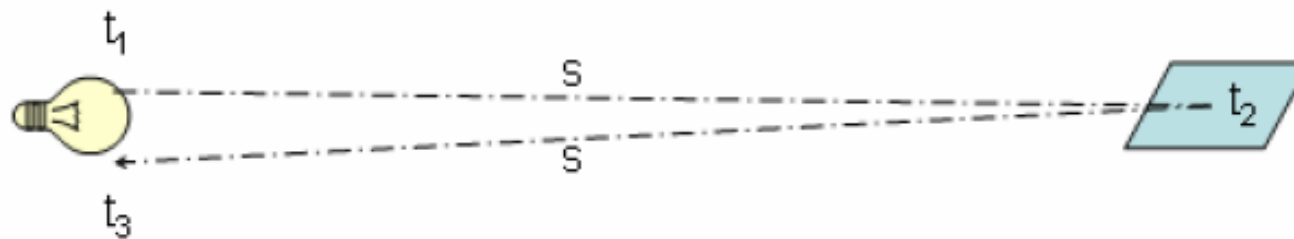




# The Philosophical Significance of the One-Way Speed of Light

Wesley C. Salmon  
(1977)



Hogyan lehet  $t_2$ -t meghatározni?

-- A fénysugár kibocsátása és dedektálása között eltelt időt el kell osztani kettővel. Mindebből triviálisnak tűnik, hogy a  $t_1$ - $t_2$  sebesség egyenlő a  $t_2$ - $t_3$  sebességgel.

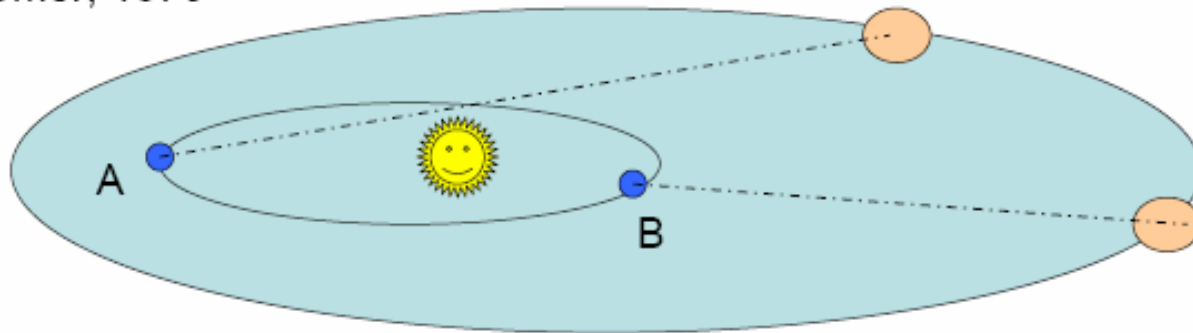
Einstein: a kettő csak azért egyenlő, mert definíció szerint lerögzítettük, tehát elfogadtuk azt a *konvenciót*, miszerint egyenlő. Vajon igaza van-e?

Probléma: meg lehet-e mérni a fény sebességét egyirányú út alapján, és ha igen, akkor hogyan?

Ahhoz, hogy bebizonyosodjon, valóban konvenció eredménye-e a fény egyirányú sebességének értéke, ki kell mutatni, hogy nem lehet empirikus eszközökkel meghatározni.

Lehetséges mérési módszerek széles skáláját vetették fel eddig, amelyekről bebizonyítható, hogy valójában nem vezettek eredményre, az *egyidejűség* problémája miatt.

#### 1. Rømer, 1676

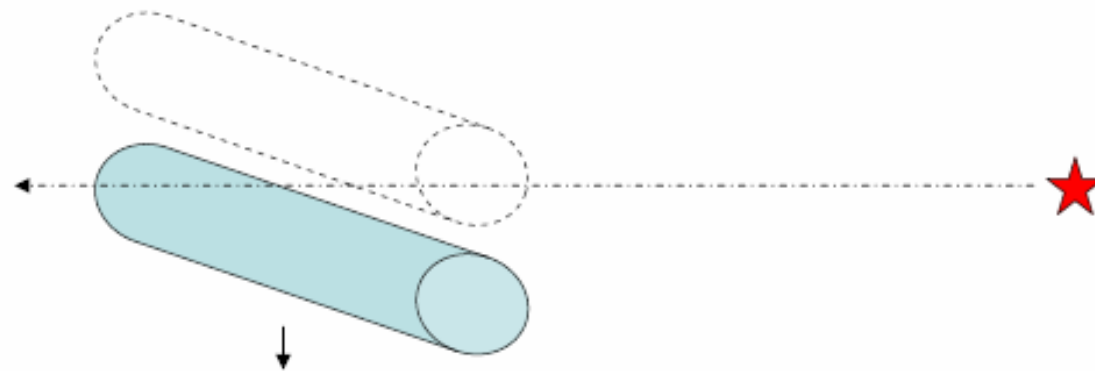


A Jupiter egyik holdjának fogyatkozása (a Földről nézve) A-ban mintegy 10 percet késik az előre kiszámított időponthoz képest. Összehasonlítva a különböző földpálya-helyeken mért fogyatkozásokat, kiszámította, hogy a fénynek kb. 22 perc kell a Földpálya keresztezéséhez. A fénysebességre végeredményül a ma elfogadott érték  $2/3$ -át kapta.

2. Bradley 50 évvel később felfedezte, hogy egy meghatározott csillagra rögzített teleszkópját kb. 41 ívmásodperccel el kell döntenie, ha egész évben a csillagon tartja.

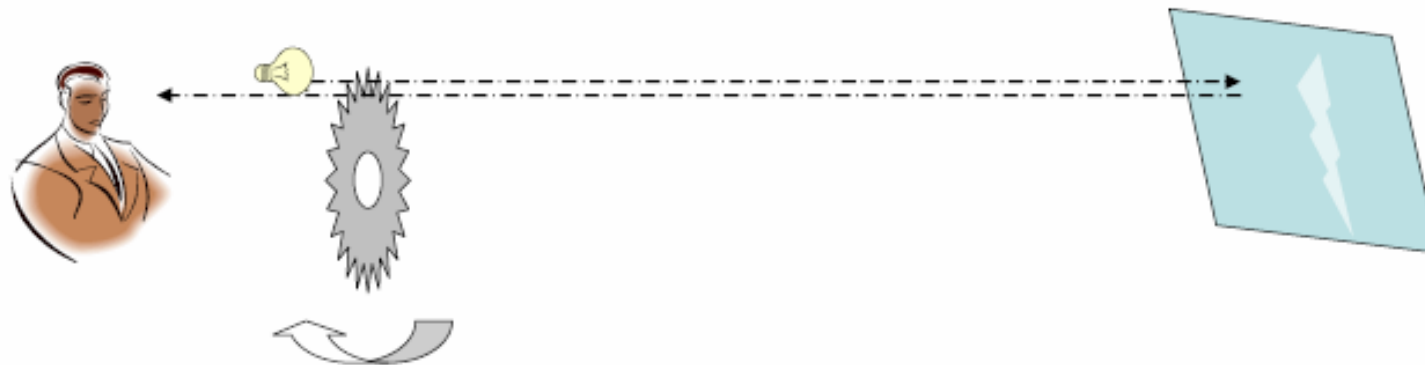
A jelenség oka: A teleszkóp (a Föld mozgása miatt) elmozdul, miközben a fény a cső egyik végén belép és a másik végén kilép. A csillag valós távolságától független az elhajlás mértéke.

Bradley felfedezése lehetővé tette (egyszerű geometrikus módszer segítségével) a fény sebességének megközelítően pontos kiszámítását: 301 000 km/s. lett az érték.



Telescope moving in frame of fixed stars

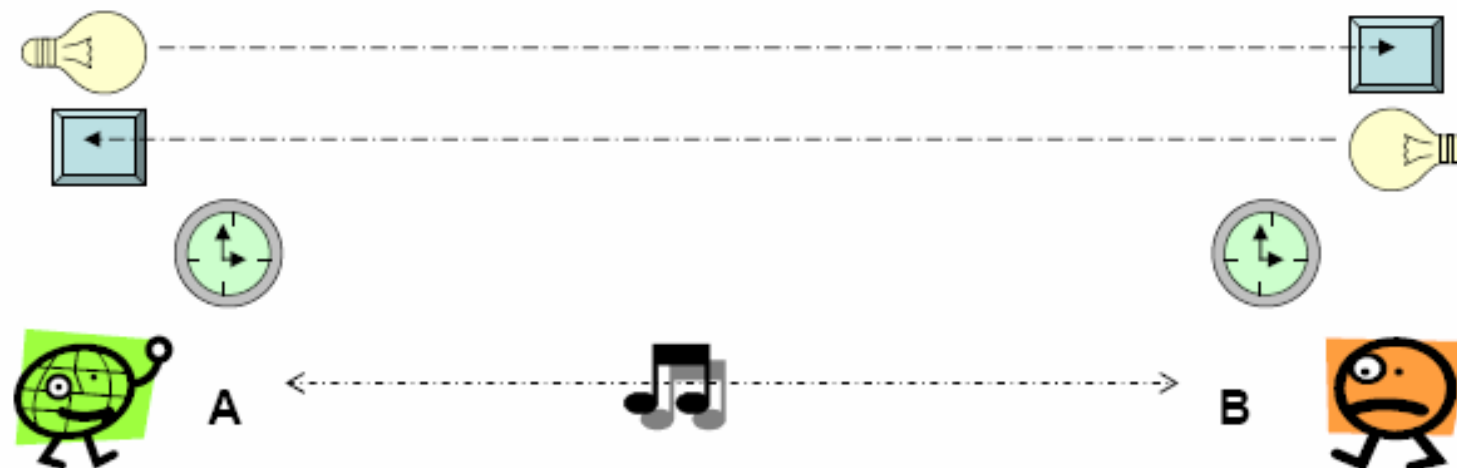
3. Fizeau 1849-ben végrehajtott kísérlete volt az első, mely a fény sebességét földi fényforrás és földi fénydedektor segítségével sikeresen kísérlete meghatározni. (Galilei is így dolgozott, de ő végtelennek tapasztalta.) A fényforrás és a tükör közé helyezett fogaskerék (vagy rácsos korong) különböző sebességgel tud forogni. Lesz egy olyan fordulatszáma, amely mellett minden, a fényforrásból kibocsátott, és a résen áthaladó fénysugár a tükörből visszaverődve ismét a résen haladhat át. (Ugyanolyan időközökkel dedektálható a második fénysugár, mint az első.) A fogaskerék forgási sebességének segítségével kiszámítható a fény beérkezéséhez szükséges idő, a megtett távolságot pedig ismerjük.



Fizeau's method for ascertaining the speed of light

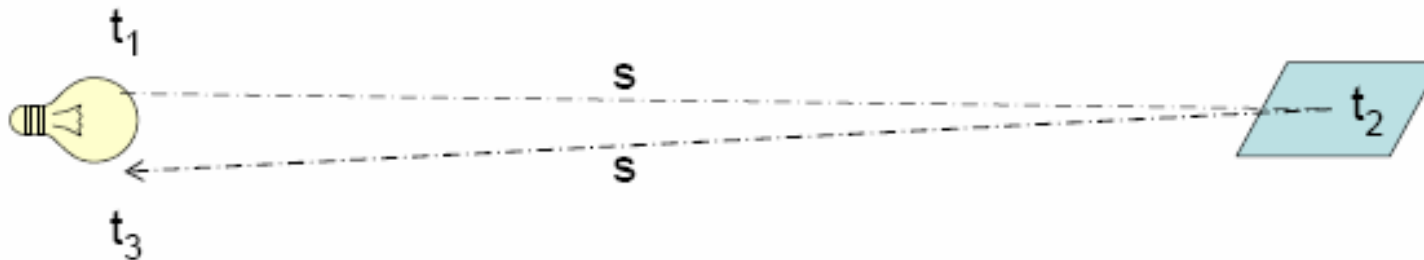
Einstein: Ha két különböző óra méri A-ban és B-ben a fénysugár utazásának kezdetét és detektálódását, úgy a két idő különbsége akkor vezethet valós mérési eredményre, ha a két óra szinkronizálva van. Másképp a sebesség nem mérhető meg. „A” idő és „B” idő egyesítése a definíció kimondásával lehetséges, miszerint Az A-ból B-be jutáshoz szükséges idő megegyezik a B-ből A-ba jutáshoz szükséges idővel. A két óra szinkronizálása csak úgy valósulhat meg, ha előbb egymás mellé tesszük őket, az elmozgatással azonban (a kialakult idődilatáció) miatt az egyidejűség nem marad fenn.

Tegyük fel, hogy a Föld és a Mars egy inerciarendszerben helyezkedik el, és tekintsük állandónak a közöttük lévő távolságot. A Marsról a (rádió-)jel elküldése, és a Földről érkezett válasz detektálása között 20 perc telik el. Feltételezve, hogy a Marsi jel detektálása után a Földi adóról késlekedés nélkül sugározzák a választ, kiszámolhatjuk, hogy a Föld-Mars távolság megtételéhez 10 percre van szükség. Így ha azt a választ kapjuk, hogy a Földön 12:00 a pontos idő, beállíthatjuk marsi óránkat 12:10-re, és akkor a két órát szinkronizáltuk. Nos pontosan ez az, amit nem állíthatunk; tekintve, hogy az oda-vissza távolságon mért fénysebességből nem következtethetünk az egyirányú fénysebességre. De nem ismerünk semmi olyan további fizikai ténytet, amely a két jelsugár sebességének egyenlőségét megalapozná vagy cáfolná.



Standard signal synchrony

Reichenbach úgy gondolta, hogy  $\epsilon$  értéke konvencionális (láttuk, hogy nem lehet a fénysebességet egy irányba megmérni), a világ viszont empirikusan olyan, hogy a legegyszerűbb választás  $\epsilon$  értékét  $\frac{1}{2}$ -nek venni. Salmon szerint ez önkényes, és választhatnánk más értéket is. „Az ellentábor” fizikai tényként kezeli, hogy  $\epsilon = \frac{1}{2}$ .



$$t_2 = t_1 + \epsilon (t_3 - t_1) \text{ where } 0 < \epsilon < 1.$$

If  $\epsilon = \frac{1}{2} \rightarrow$  Einstein's standard signal synchrony

Ha két órát egymás mellé viszünk, szinkronizáljuk őket, majd az egyiket A-ból B-be távolítjuk, akkor az eredendő (?) szinkronicitás megváltozik. A Rømer-féle kísérletet úgy is értelmezhetjük, hogy a „lassan” mozgó órát a Földhöz rögzítette. Mérése azon az előfeltevésen alapszik, hogy a jelenség az idő meghatározásához a föld pályájának egyik pontján használt óra a másik Földpálya-részen ugyanazt az időt mutatja.

Bradley méréséhez feltételeznünk kell, hogy a teleszkóp két vége (mint merev test két különböző pontja) koincidál, azaz szinkronicitásban van.

A transzportált óra esetében a két eszköz közötti idődilatáció mértéke a távolítás sebességétől függ. (A diszkrepancia 0-hoz közeledik, ha a sebesség 0-hoz közeledik.) A két óra közötti szinkronicitás tehát elméletileg egy harmadik, *nagyon lassan* mozgatott óra segítségével fenntartható. Az így tapasztalt egyidejűség megfelel az einsteini standard szinkronicitásnak. (És persze újabb konvenció kérdése, hogy a nagyon lassan mozgatott órák megtartják-e a szinkronicitásukat.)

Mint már korábban láttuk, a sebesség relatív fogalom. Két pont és szinkronizált órák nélkül elméletileg nem is tudnánk róla beszélni. (A hétköznapi beszédmódunk pontatlan.)

Ha a két óra közötti szinkronicitás nem konvenció eredménye lenne, akkor nem lenne nehéz a fény sebességét megmérni; és ha lenne nem konvenció alapuló egyirányú fénysebesség-adatunk, akkor könnyen tudnánk az órákat szinkronizálni. Feltételrendszerünk így körben forog. Az egyirányú fénysebesség nem mérhető.