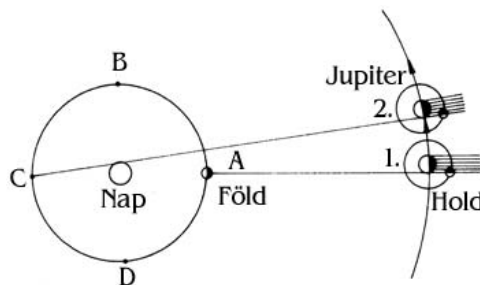


Fénysebességmérések

2019. december 8.

Talán Gallilei volt az első a 16. században, akiben felmerült, hogy a fény sebessége véges. Ő és Descartes ezt kísérletekkel akarta bizonyítani, éjszaka kimentek két távoli hegyre, és lámpásokat el-el takarva próbálták megmérni a fény sebességét. Arra jutottak, hogy a fény sebessége az emberi reakcióidő miatt ilyen eszközökkel nem mérhető. Descartes úgy számított, hogy a fény sebessége legalább tízszerese a hangénak.

A fénysebesség mérése nem csak a tudományos érdeklődés szempontjából lett volna fontos, de Descartes fény modellje és Huygens hullámmmodellje között is döntő lett volna. Azonban az első sikeres mérésre csak 1675-ben került sor, Olaf Rømer, dán csillagász által. Rømer eredetileg a Gallilei által felfedezett Jupiter-holdak keringési idejét akarta megmérni. A földrajzi hosszúság meghatározásához elengedhetetlen volt tudni a pontos időt, azonban a hajókon akkoriban nem tudtak pontos időmérő eszközt szállítani. A Jupiter-holdakhoz viszont egy táblázat segítségével pár naponta lehetett kalibrálni az órát. Egy ilyen táblázat felállítása közben fedezte fel Rømer, hogy az Io periódusideje az adott év szakaszától függően változik. Egy periódusnak azt a két pillanat közti időt vette, amikor az Io kétszer egymás után belép a Jupiter „árnyékába”.

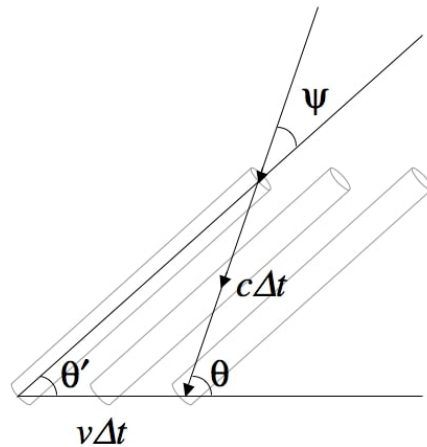


Ha a Föld az ABC íven halad, az Ioról kiinduló utolsó fénysugár már nagyobb utat tesz meg a Földre, mint az előző fogyatkozásakor kilépő, így a periódusidő az A és C ponthoz képest (48 és fél óra) nő, értelemszerűen a CDA íven csökken. Ezeket a „késéseket” az ABC íven összegezve Rømer nagyságrendileg 1 000 másodpercet kapott,

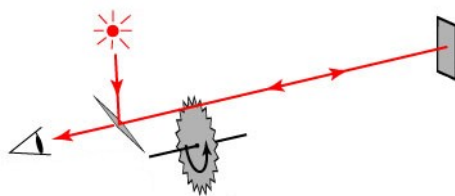
és a Föld pályájának átmérőjének akkori adataival számolva a fény sebességét kb. 227 000 km/s-ra becsülte.

Habár Gallilei már korábban feltételezte a fény véges terjedési sebességét, Rømer eredményét sokáig kételkedve fogadták, arra hivatkozva, hogy a kísérlet túl sok hibaforrást tartalmaz. Elfogadottá csak 1725-ben vált, amikor James Bradley, brit csillagász kimutatta az aberráció jelenségét, ezzel igazolva Rømer számítását.

Az aberráció (=eltérés) jelensége azt jelenti, hogy miközben a csillag fénye a távcső aljába érkezik, a Föld a Nap körül adott sebességgel kering, így a fénysugár nem pontosan a távcső közepére esik. Ahhoz, hogy az égitest képe a távcső közepén legyen, a távcsövet Föld keringésének irányában meg kell dönteni. A szög (Ψ) nagyon kicsi, kb. 20 ívmásodpercnyi, azonban Bradley ezt már ki tudta mérni. A Föld keringési sebességének ismeretében ki tudta számolni a fénysebességet, hozzávetőlegesen 301 000 km/s-os értéket kapott.



Ezek után a fény véges sebessége már tudományosan elfogadott volt, de nagysága miatt földi eszközökkel nagyon nehéz volt kimérni. Először Hippolyte Fizeau, francia fizikusnak sikerült összeállítani 1849-ben a kísérletet földi eszközökkel, ezt nevezzük Fizeau-módszernek.

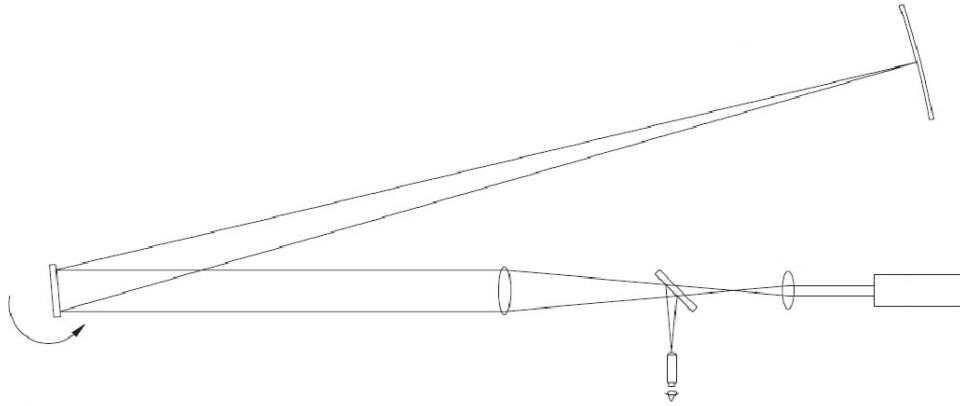


A kísérlet lényege az volt, hogy egy fényforrással megvilágított egy félig áteresztő tükröt, ami a fénysugár felét egy forgó fogaskerék két foga közé tükrözte. A sugárra merőlegesen kb. 8,6 km-re egy síktükröt helyezett el, ami a fénysugarat azonos úton visszaverte a fogaskereken és a félig áteresztő tükrön át a megfigyelő szemébe. Tehát, ha a fogaskereket kis fordulatszámmal forgatta, a fogaskerék csak szimplán „megszaggatta” a fényt, viszont, ha meg-

A kísérlet lényege az volt, hogy egy fényforrással megvilágított egy félig áteresztő tükröt, ami a fénysugár felét egy forgó fogaskerék két foga közé tükrözte. A sugárra merőlegesen kb. 8,6 km-re egy síktükröt helyezett el, ami a fénysugarat azonos úton visszaverte a fogaskereken és a félig áteresztő tükrön át a megfigyelő szemébe. Tehát, ha a fogaskereket kis fordulatszámmal forgatta, a fogaskerék csak szimplán „megszaggatta” a fényt, viszont, ha meg-

felelően nagy fordulatszámmal forgatva a fény oda-vissza, 17 km-es útja közben a fogaskerék pont annyit fordult, a visszaérkező fénysugarat elta-
karta a fog, így a megfigyelő szemébe nem jutott fény. Még nagyobb for-
dulatszámmal forgatva a fény a következő lyukon ment át, és így tovább.
Fizeau így kb. 313 000 km/s-t mért a fény sebességére.

A kísérlet trükkös megoldása ellenére sem volt megfelelő arra, hogy el-
döntse, fény gyorsabban vagy lassabban halad folyadékban (pl. vízben),
mivel a 8,6 km-es távot nem lehetett vízzel feltölteni. Ez okból, és a mérés
pontosítása céljából alkotta meg Léon Foucault 1862-ben ennek a kísérlet-
nek a tükrös változát.



A kísérlet hasonló Fizeau kísérletéhez, azonban itt Foucault fogaskerék
helyett forgó tükröt használt. A forgó tükrőről a fény a kb. 20 méterre lévő
homorú tükrőről verődött vissza, és a forgó tükrő közben egy kicsit elfor-
dult, így a mikroszkópba visszavezett fény is egy kicsit elmozdult ahhoz
a méréshez képest, amikor a tükrő állt. Ezt az eltolódást Foucault nagyon
pontos eszközzel mérve, 0,5 %-os hibával ki tudta számolni a fénysebes-
séget. Ezenfelül, a 20 méteres távot vízzel feltöltve Huygens hullámmo-
delljét is bizonyítani tudta, miszerint a fény optikailag sűrűbb közegben
(vízben) lassabban halad, mint a levegőben.

Ezek a mérések azért is voltak jelentősek, mert olyan hullámtani mo-
dellekre nyújtottak bizonyítékot, amik ma a geometriai optika alapját szol-
gálják. Az újabb modellek olyan jelenségeket is meg tudtak magyarázni,
amiket a korábbiak nem, így továbbvive az érdeklődést a fizikai optika fe-
lé.

(Furmann Bálint)