

Брзина свјетлости

Дуго се постављало питање да ли брзина простирања свјетлости уопште има неку границу, лимит. Свакодневно искуство нам баш лако и не говори да је брзина свјетлости коначна, ми не примијетимо да се свјетлост простира коначном брзином. Лако је смислити експеримент, нпр. можемо поставити два човјека на врхове 2 сусједна брда. Један човјек испали свјетлосни сигнал (нпр. ласерски зрак) према другом човјеку, нпр у 15:00 сати. Други човјек забиљежи вријеме када је видио свјетлост, затим измјере растојање између два врха брда. Претпоставили би да се свјетлост креће равномерно праволинијски, и познатом формулом брзина = $\frac{\text{пут}}{\text{вријеме}}$ израчунају колика је брзина свјетлости :)

Међутим, испоставља се да ово није могуће, јер сваки пут испадне да други човјек прими сигнал у исто вријеме кад га је први човјек послао. Разлог за ово може бити:

а) Брзина свјетлости је толико велика да други човјек просто нема толико прецизну опрему да може да забиљежи изузетно кратко вријеме које је свјетлости потребно да дође од једног до другог врха брда.

б) Брзина свјетлости је бесконачна

Тачан одговор је под а), брзина свјетлости није бесконачна, али је огромна и да бисмо је оваквим експериментом измјерили, требала би нам енормно прецизна опрема за мјерење времена.

Овакав сличан експеримент пробао је да изведе Галилео Галилеј, али безуспјешно, једноставно је овакво мјерење било изван домета техничких могућности седамнаестог вијека.

Стога, брзина свјетлости остаје непознаница све до 1676. године.

Дански астроном, Олаф Ремер, први је који је успио да бар приближно измјери брзину свјетлости. Резултат који је он добио није прецизан нити тачан, али је, за почетак, показао да је брзина простирања свјетлости коначна. Он је дошао на генијалну идеју да искористи помрачења једног од Јупитерових мјесеца (ако нисте знали, Јупитер има преко 80 сателита, од којих су 4 најпознатија:

Европа, Ганимед, Ио и Калисто, тзв. галилејански мјесеци, јер их је открио Галилео Галилеј, први човјек који је

телескопом погледао небо, а и планету Јупитер са њена 4 највећа мјесеца). Идеја је практично једноставна, Ремер је посматрао помрачење Јупитеровог сателита Ио (слика).

Приликом обиласка око Јупитера, Ио улази у Јупитерову сјенку, престаје да одбија сунчеву светлост и ми га не видимо. Када сателит изађе из сјенке, он поново одбија сунчеву светлост. Чим та светлост пређе пут од

Јупитеровог сателита до Земље, ми тај сателит поново

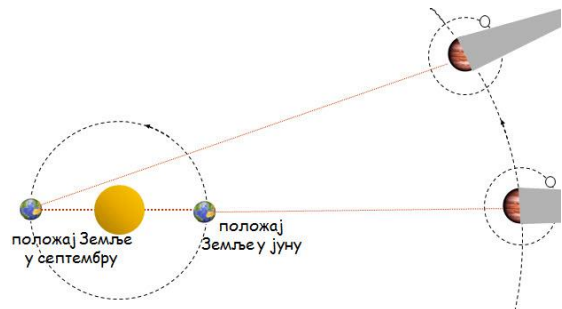
видимо. Ремер је приметио да временски интервал у ком не видимо Ио траје готово 1000 секунди дуже када су Земља и Јупитер са супротних страна Сунца него када су и Земља и Јупитер са исте

стране. Закључио је да је разлог за ово разлика у дужини пута који свјетлост прелази у ова два случаја. У првом случају, пут је дужи за двоструко растојање од Земље до Сунца, тј. 300 милиона

километара. Протекло време и пређени пут су били довољни да Ремер одреди брзину свјетлости.

Ремерова мерења су показала да је свјетлости потребно приближно 1000 секунди да пређе растојање између два супротна положаја Земље на путањи око Сунца. Знајући да је растојање Земља-Сунце

150 милиона километара израчунао је да је брзина светлости, коју ћемо обиљежавати ознаком c :



$$c = \frac{s}{t} = \frac{300\,000\,000\text{ km}}{1000\text{ s}} = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Надам се да је сада јасније зашто је Галилејев експеримент пропао. Ово је страховито велика брзина. Даћу вам један примјер, полупречник планете Земље је око 6400 километара, што значи да је њен обим око 40 000 километара. Ако бисте послали свјетлосни сигнал да кружи око Земље, лако је израчунати да би он обишао Земљу за 0,13333333 секунде, а цијелу Земљу би обишао чак 7,5 пута за једну секунду! Први експеримент који је употребио приближно Галилејеву методу за мјерење брзине свјетлости успио је тек 1849. године француски физичар Иполит Физо.



Галилео Галилеј



Олаф Ремер



Иполит Физо

На крају, јако је битно напоменути двије ствари:

1. Брзина свјетлости у вакууму је највећа брзина у природи, ништа не може да се креће брже од свјетлости кроз вакуум
2. Да се све речено односи на брзину свјетлости у вакууму (безваздушном простору), али и у ваздуху, јер се показало да се свјетлост кроз вакуум и ваздух на Земљи креће приближно истим брзинама. Кроз друге средине (воду, стакло, лед, кварц, дијамант или било коју другу провидну средину) свјетлост се креће мањим брзинама. За двије различите средине кажемо да имају различите **ОПТИЧКЕ ГУСТИНЕ**, под чиме подразумијевамо да је оптички гушћа средина она гдје је брзина свјетлости мања, а оптички ријеђа средина она гдје је брзина свјетлости већа.

Индекс преламања свјетлости

Апсолутни индекс преламања свјетлости показује колико пута је брзина свјетлости у вакууму већа од брзине свјетлости у некој средини:

$$n = \frac{c_0}{c}$$

У овој формули је c_0 брзина свјетлости у вакууму, c је брзина свјетлости у датој средини, а n је апсолутни индекс преламања. Узмимо нпр. воду. Брзина свјетлости у води је $225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, па је онда

$$\text{апсолутни индекс преламања за воду } n = \frac{300\,000}{225\,000} = 1,33$$



ОПТИКА

Слијепчевић
Доброслав

Релативни индекс преламања подразумева однос брзине свјетлости у средини из које свјетлост долази (прва средина) и брзине свјетлости у средини у коју свјетлост долази (друга средина).

Примјер је прелаз свјетлости из воде у стакло: $n_r = \frac{c_v}{c_s}$, гдје је c_v брзина свјетлости у води, а c_s брзина свјетлости у стаклу. Лако је показати сљедеће, да важи да је $n_r = \frac{n_2}{n_1}$, гдје је n_2 апсолутни индекс преламања друге средине, а n_1 апсолутни индекс преламања прве средине.

На крају, ево табеле са датим апсолутним индексом преламања за неке супстанце:

средина	ваздух	вода	лед	алкохол	стакло	дијамант
индекс преламања	1	1,33	1,31	1,36	1,50	2,42