УНИВ. БИБЛИОТЕКА
И. Бр.

O teoriji
Michelsonova eksperimenta.

Napisao

Dr. M. Milanković.

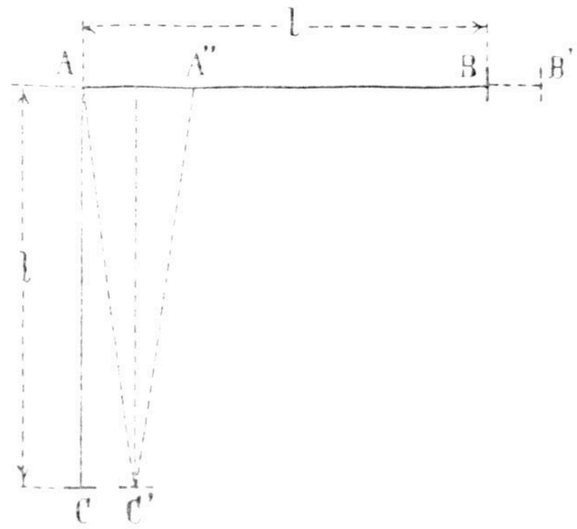
Preštampano iz 190. knjige „Rada" Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti.

U Zagrebu
Tisak Dioničke tiskare
1912.

ACADEMIA SCIENTIARUM ET ARTIUM SLAVORUM MERIDIONALIUM

II 135745

Eksperimenat, što ga je Michelson 1881. godine izveo[1], a 1887. godine sa Morleyom ponovio[2], dao je neočekivan resultat i doveo teoriju svjetlosti, sa kojom je u opreku došao, u krizu, koja se još i dan danas osjeća. Da olakšamo razumijevanje onoga, što hoćemo o teoriji toga eksperimenta da kažemo, potrebno je, da ukratko rekopituliramo princip, na koji se taj eksperimenat oslonio.



Neka je A jedan izvor svjetlosti, a B i C dva ogledala postavljena u jednakim invarijabilnim odstojanjima l od A tako, da vraćaju svjetlosne zrake, što na njih padaju, opet u A, a da ove

[1] A. A. Michelson, Americ. Journ. of Science (3) *22*. 120. 1881.
[2] A. A. Michelson i E. W. Morley, Americ. Journ. of Science (3) *34*. 333. 1887; Phil. Mag. (5) *24*. 449. 1887.

zatvoraju kut od 90°. Ako su svjetlosni izvor A i sa njime vezana ogledala B i C na miru, onda će svjetlost trebati toliko isto vremena, da prevali put AB i natrag, koliko vremena treba, da prevali put AC i natrag.

Pitajmo sada, šta će biti, ako se čitava konstelacija kreće u pravcu AB brzinom v, koja nije zanemariva prema brzini svjetlosti c?

Svjetlost, krećući se iz A prema B, imaće prevaliti sada duži put nego prije, jer se ogledalo B za vrijeme dok ga svjetlost stigne, pomjerilo u B'. Označimo li prema tome vrijeme, što ga svjetlost treba, da iz svjetlosnoga izvora prispije do ogledala B, sa t_1, to je

$$\overline{BB'} = v.t_1,$$

pa se zato vrijeme t_1 izračunava iz jednačine:

$$l + v.t_1 = c.t_1,$$

t. j.

$$t_1 = \frac{l}{c-v}.$$

Reflektovana svjetlost, koja se kreće od ogledala B prema svjetlosnom izvoru, imaće prevaliti sada manji put, nego kada konstelacija miruje, jer joj izvor ide u susret pa prevali za vrijeme t_2, što ga reflektovana svjetlost treba, da do njega dođe, put $v.t_2$; zato se vrijeme t_2 izračunava iz jednačine:

$$l - v.t_2 = c.t_2,$$

t. j.

$$t_2 = \frac{l}{c+v}.$$

Vrijeme t, što ga svjetlost treba, da prevali put AB tamo i natrag, jednako je dakle:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{l}{c-v} + \frac{l}{c+v} = \frac{2l}{c} \frac{1}{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}.$$

Zanemarivši više potencije od druge malenoga izraza $\frac{v}{c}$, možemo pisati:

$$t = \frac{2l}{c}\left[1 + \left(\frac{v}{c}\right)^2\right].$$

Pitajmo sada za vrijeme τ, što ga svjetlost treba, da polazeći iz A, a reflektujući se na ogledalu C (koje će se, dok ga svjetlost stigne, nalaziti u pomjerenom položaju C'), prispije u položaj A'', u kojemu se nalazi svjetlosni izvor poslije vremena t.

Kako je:

$$\overline{AA''} = v.t,$$

to je put svjetlosti jednak $\overline{AC'} + \overline{C'A''} = 2s$, gdje je:

$$s = \sqrt{l^2 + \left(\frac{vt}{2}\right)^2}$$

ili, ako razvijemo u red i uzmemo samo prve članove:

$$s = l + \frac{1}{2}\frac{1}{l}\left(\frac{vt}{2}\right)^2.$$

Vrijeme τ je prema tome jednako:

$$\tau = \frac{2s}{c} = \frac{2l}{c}\left(1 + \frac{1}{8}\frac{v^2}{l^2}t^2\right).$$

Iz gornjih jednačina sljeduje, da je, zanemariv malene članove višega reda,

$$t^2 = \frac{4l^2}{c^2},$$

pa je zato:

$$\tau = \frac{2l}{c}\left[1 + \frac{1}{2}\left(\frac{v}{c}\right)^2\right].$$

Vremena t i τ nijesu jednaka, nego između njih postoji konačna razlika:

$$t - \tau = \frac{l}{c}\left(\frac{v}{c}\right)^2.$$

*

Posljedica te diferencije imala bi se ukazati pri eksperimentu, no ona se nije ukazala. Zato je gornja teorija u opreci sa iskustvom, pa se ima napustiti.

Pokušaji, koji su činjeni, da se teorija dovede u sklad s iskustvom, i iz kojih se razvila teorija relativiteta, poznati su, i mi ne mislimo o njima govoriti; nego ćemo prije svega pitati, kako bi se modifikovala predašnja umovanja, kad bismo stali na stanovište emisione teorije svjetlosti?

A neka dakle bude svjetlosni izvor, koji razašilje svjetlosne dijeliće s relativnom brzinom c prema svome položaju. Kreće li se taj izvor brzinom v u pravcu AB, to će apsolutna brzina tih dijelića u tome pravcu biti $(c + v)$, a brzina dijelića normalno na taj pravac ostaje nepromijenjena. Vrijeme, što ga ti dijelići trebaju, da stignu iz A do ogledala B, izračunava se iz jednačine:

$$l + v.t_1 = (c + v)\, t_1,$$

jer je ogledalo pomjerilo svoj položaj za dužinu $BB' = v.t_1$.

Iz gornje jednačine sljeduje:

$$t_1 = \frac{l}{c}.$$

Došavši do ogledala, svjetlosne se čestice sukobljavaju s njime s relativnom brzinom c; pa kako se — prema poznatom pravilu mehanike o sukobu elastičnih tijela — sudarom apsolutna vrijednost relativne brzine sukobljenih tijela ne mijenja, to će se svjetlosne čestice vraćati u pravcu BA apsolutnom brzinom $(c-v)$, jer se ogledalo kreće u protivnom pravcu brzinom v. Zato se vrijeme t_2, što ga svjetlost treba, da se s ogledala povrati do izvora A, izračunava iz jednačine:

$$l - vt_2 = (c - v)\, t_2,$$

jer se za to vrijeme izvor A pomjerio za dužinu vt_2.

Iz gornje jednačine sljeduje:

$$t_2 = \frac{l}{c},$$

pa je zato vrijeme t, što ga svjetlost treba, da prevali put AB tamo i natrag, jednako:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{2l}{c}.$$

Vrijeme τ, što ga svjetlost treba, da prevali put AC tamo i natrag, izračunava se na ovaj način: Čestice svjetlosti, koje se kreću po mobilnoj pravoj AC, koja spaja izvor svjetlosti s ogledalom, ne ostavljaju je, jer izvor, ogledalo i čestice imaju istu translatornu brzinu u pravcu AB; čitav taj sistem translatira s jednakom brzinom, i zato možemo pravu AC smatrati nepomičnom. Čestice se kreću po toj pravoj brzinom c prema ogledalu, a poslije refleksije istom tom brzinom natrag, pa je zbog toga:

$$\tau = \frac{2l}{c};$$

zato je:

$$t = \tau.$$

Diferencija vremena t_1 i τ isčezava.

Dopusti li se prema tome pretpostavka, da kretanje izvora svjetlosti i kretanje ogledala utječe na brzinu, kojom se svjetlost širi, u onoj mjeri, u kojoj to mjeri iz pretpostavaka emisione teorije sljeduje, to se Michelsonov eksperimenat može rastumačiti bez ikakove druge hipoteze.

Prethodne argumentacije ne mislimo upotrijebiti u korist emisione teorije svjetlosti, nego hoćemo samo da pokažemo, da se — stojeći na stanovištu undulacione teorije, no usvajajući pretpostavku o zavisnosti brzine širenja svjetlosti o brzini izvora — može Michelsonov eksperimenat rastumačiti.

Mogućnost, da kretanje izvora svjetlosti utječe na brzinu, kojom se ona širi, može se dopustiti, jer protivno nije dokazano. Nyrén[1] je pokušao, da astronomskim posmatranjima polarne zvijezde i njena pratioca ispita, da li brzina svjetlosti zavisi o brzini njena izvora, pa je došao do suda, da dosadanja posmatranja nijesu dovoljna, da riješe to pitanje.

[1] Vj. Astr. Ges. *23*. 68. 1888. (citirano po „Handbuch der Physik", Zweite Auflage. Bd. VI. str. 483.).

Napomena. Kad je ova radnja predana za štampu, saznao sam od dra. Varićaka, da su napuštanjem drugoga postulata teorije relativnosti negativan rezultat Michelsonova pokusa htjeli protumačiti već Comstock, Tolman i Stewart.[1] Da se taj postulat ne može održati kod ubrzanih kretanja, pokazao je nedavno Einstein u svojoj radnji o utjecaju sile teže na rasprostiranje svjetlosti.[2] Stewart se oslanja na elektromagnetsku emisionu teoriju svjetlosti.

Beograd, u septembru 1911.

Inhaltsangabe.

In der vorstehenden, den Titel „Zur Theorie des Michelson'schen Versuchs“ tragenden Abhandlung wird gezeigt, dass das negative Ergebnis des Michelson'schen Versuches auch durch die Annahme erklärt werden könne, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes von der Geschwindigkeit der Lichtquelle abhängig sei. Das Gesetz dieser Abhängigkeit soll dasselbe sein, wie es sich auch aus der Emissionstheorie des Lichtes ergeben würde.

[1] Physical review, sv. 30, 31, 32.
[2] Annalen der Physik, 1911, sv. 35., str. 906.



