

ТАТОМИР П. АНЂЕЛИЋ и АНДРИЈА В. СТОЈКОВИЋ
TATOMIR P. ANĐELIĆ et ANDRIJA V. STOJKOVIĆ

МИЛУТИН МИЛАНКОВИЋ И ТЕОРИЈА РЕЛАТИВНОСТИ
MILUTIN MILANKOVIĆ ET LA THÉORIE DE LA RELATIVITÉ

Отисак из Зборника прилога филозофији и науци поводом осамдесетогодишњице рођења академика Душана Неделjkовића, Посебна издања Српске академије наука и уметности, књ. DLI, Одељење друштвених наука, књ. 91.

Extrait du *Recueil de textes, contributions à la philosophie et la science à l'occasion du 80^e anniversaire de l'académicien Dušan Nedeljković*, Editions speciales de l'Académie serbe des sciences et des arts, vol. DLI, Classe des sciences sociales, vol. 91.

БЕОГРАД

1983

МИЛУТИН МИЛАНКОВИЋ И ТЕОРИЈА РЕЛАТИВНОСТИ

1. Милутин Миланковић је несумњиво један од првих југословенских научника који су критички усвојили Einstein-ову теорију релативности и о њој држали предавања на универзитету. Задатак ове студије јесте покушај да се та страна Миланковићевог доприноса осветли и да се прикаже његово место у рецепцији Einstein-ове теорије релативности у Србији.

I

2. Миланковић је о Einstein-овој теорији релативности — и то само специјалној, не упуштајући се у умногоне филозофски садржај опште — написао неколико радова и оставио своја рукописна предавања студентима Филозофског факултета под насловом „Теорија Релативитета“.

Први од тих његових радова посвећен је теорији Michelson-ова експеримента.¹

Резултати Michelson-ова експеримента и последице које из њега проистичу нису лако прихватани у научној јавности — ундулациона теорија електромагнетског простирања таласа је сматрана као довољно убедљива, и хипотеза етра (посебно Lorentz-ова — мирујућег етра) као супспрата апсолутног система референције и апсолутног кретања узимана је као научно оправдана. Стога се у току првих година после објављивања Michelson-овог огледа 1881. и његове Michelson-Morley-еве потврде 1887 — крајем прошлог и почетком овог века — почело тражити објашњење последица Michelson-овог огледа, пошто се већ није могло показати да је оглед нетачан. Треба имати пред очима да су и највећи физичари бар у прво време, чак и после објављивања Einstein-ових резултата, били резервисани у односу на њено прихватање.

¹ М. Milanković, *O teoriji Michelsonova eksperimenta*, »Rad Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti«, knj. 190 (1912), str. 65—70.

Међу тим покушајима да се спасе што више од ранијих теорија било је и неких који су некако тежили враћању на стару Newton-ову емисиону хипотезу. У ту групу, према овом раду, спада и Милутин Миланковић. Из наших излагања ће бити јасно да он није био против познатих релативистичких ефеката,² већ је само желео да се читавом проблему приђе на други начин. То значи да он није био против теорије релативности у правом смислу речи већ је само био критичан према начину како се уводи нпр. други постулат теорије релативности о константности простирања брзине светлости у свим правцима независно од кретања самог светлосног извора.³

² Иако иначе остаје у оквирима класичне механике и физике, Миланковић усваја и неке резултате теорије релативности који се могу уклопити у те оквире. Тако, у излагању своје *Астрономске теорије климатских промена и њене примене у геофизици* (Београд 1948, стр. 1—159), Миланковић помиње „основни став Теорије релативитета“ по којем се „може говорити само о релативним кретањима“. На другом месту, из Einstein-ове теорије релативности Миланковић је такође закључио да је „могуће говорити само о релативним кретањима“, па да се „зато истим правом може говорити о кретању Сунца и планета према нашој Земљи и о кретању Земље и планета око Сунца. Та два кретања су принципијелно потпуно равноправна“, иако су ова друга кретања „далеко једноставнија“ (*Успомене, доживљаји и сазнања после 1944 године*, Београд 1957, стр. 35—36). У *Небеској механици* (Београд 1935, стр. 199) Миланковић узима у обзир „померања перихела планетске путање“ у Сунчевом систему „по Ајнштајновој теорији гравитације“. Слична усвајања елемената Einstein-ове теорије релативности налазимо и у другим Миланковићевим списима.

³ Миланковић је оставио и експлицитно сведочанство о својем неусвајању другог постулата теорије релативности, и то следећим речима. Пошто је васиона „скоро бесконачна“ у растојањима до којих је астрономија до сада продрла, „не може се, дакле, претпоставити да на толиком путу брзина светлосног зрака или његова фреквенција не подлеже никаквој промени. А најојшћунија, такође бесконачно малена, промена на једној или другој од тих величина изазива због оқоро бесконачно великог пута, коначне неслућене ефекте. То је следовало из мојих тадашњих испитивања. — Зато је било потребно да се напусте све учињене претпоставке о константности брзине и фреквенције светлосног зрака и о томе да на брзину ниуколико не утиче кретање светлосног извора, па дозволити да су оне зависне од преваљеног пута или утрошеног времена. На таквој проширеној бази изградити математичку теорију која би нам казала какви ефекти би се морали појавити при сваком таквом одступању од претпоставака досадашње теорије светла. Напослетку, испитати да ли се који од тих ефеката испољава при посматрању сјаја двојних звезда у зависности од њихове удаљености од Земље и да ли се таква зависност показује и у посматраним радијалним брзинама звезда“. (*Успомене, доживљаји и сазнања из година 1909 до 1944*, Београд 1952, стр. 172).

О Миланковићевом опредељењу претежно за класичну физику сведочи и његово задржавање на Newton-овом појму масе, што би имплицитно могло значити да он не усваја релативност масе са кретањем тела: „Њутн уведе појам масе која је, као стварно обележје тела, непроменљива“ (М. Миланковић, *Исак Њутн*, у књизи: М. Миланковић и С. Бошпан, *Исак Њутн и његова Принципија*, Београд 1946, стр. 33). Овде се, као што видимо, Миланковић слаже са Newton-ом.

Истина, поводом објављивања ове његове расправе у *Раду* Југославенске академије знаности и умјетности, Владимир Ва-рићак, иначе његов лични пријатељ и професор из осирјечке Реалке, скренуо му је пажњу да су сличну идеју исказали нешто раније Tolman, Thomson и Stewart у *Physical Review* године 1900. и 1911. Међутим, Миланковић их помиње само на крају свога рада и каже читаоцу да је обавештен о постојању њихових прилога.⁴ Према томе, иако се може узети да је сама идеја повратка на емисиону теорију била већ истакнута, сигурно се сме сматрати да детаљи о томе њему нису били познати, јер он у свом раду помиње само описе Michelson-овог и Michelson-Morley-евог огледа и наводи узгред још неког Нирена који је још 1888.⁵ истакао могућност да брзина светлости зависи од кретања извора на неки начин, на шта се Миланковић, како ћемо видети, касније поново враћа.

Међутим, може се слободно узети да је Миланковић у свом покушају да искористи Newton-ову емисиону хипотезу био независан од ових покушаја, без обзира на то какви су они били.

У том свом раду Миланковић овако тумачи резултат Michelson-овог огледа.

Он полази од претпоставке да брзина простирања светлости зависи од брзине кретања светлосног извора у правцу његовог кретања. Тако, ако се светлосни извор А (види сл.) креће брзином u према огледалу В које одбија светлост и које се налази на крутом растојању l од А, ($l = AB$), онда је брзина простирања светлости у том смеру $c + v$, ако се светлост простира брзином c од светлосног извора који се не креће. Ако је t_1 време за које светлост допре до огледала В које се налази, јер се и само креће брзином v , у положају B_1 при чему је $BB_1 = vt_1$, онда се може написати

$$l + vt_1 = (c + v)t_1$$

одакле се закључује да је

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

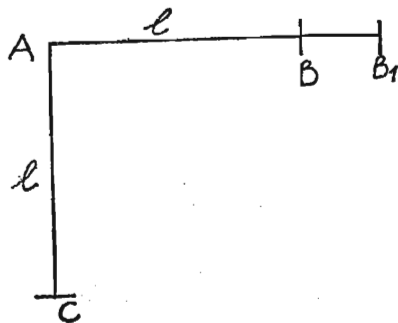
⁴ У свом каснијем раду о овоме питању, Миланковић наводи и једно тумачење Michelson-овог експеримента које су „заступали Tolman, Thomson, Stewart а нарочито Ritz“, али напомиње да је „то тумачење морало бити опуштено пред резултатима посматрања двојних звезда“; Миланковић се позива и на своју расправу о теорији Michelson-овог експеримента објављену 1912. у *Rad-у* ЈАЗУ. (М. Миланковић, *О другом постулату специјалне теорије релативитета*, сепарат, Београд 1924, стр. 14; 8, приредба 4).

⁵ *Handbuch der Physik*, Bd. VI, S. 483.



1977. 11. 11.

Ако се сад светлост одбије од огледала и претпостави да је огледало извор простирања светлости, а светлост састављена од материјалних честица (емисиона теорија) које су *идеално еластичне*, она ће се добити *натраг* према извору А истом величином



Слика 1.

брзине c само супротног смера и пошто се сад извор (огледало) приближава ка А брзином v , брзина простирања светлости биће $c - v$. Нека сад треба време t_2 да се пређе пут *натраг* биће

$$l - vt_2 = (c - v)t_2, \text{ одакле за пут } \text{натраг} \quad t_2 = \frac{l}{c}$$

Дакле, при овим претпоставкама укупно време t потребно за простирање светлости од извора до огледала и *натраг* износи у смеру кретања извора

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

Међутим, нормално на овде одабрани правац кретања, тј. према огледалу С, у правцу АС извор светлости се не креће, па је брзина простирања светлости према огледалу С и *натраг* једнака брзини простирања у односу на светлосни извор који *мирује* и тако потребно време за *прелаз* пута од А до С и *натраг* износи *опет*

$$t = \frac{2l}{c}.$$

То значи да се под овим претпоставкама ефект кретања извора светлости на простирање брзине не показује. Узима се да кретање светлосног извора утиче на брзину простирања светлости

отприлике онако као кретање звучног извора у ваздуху, али се ефекат поништава при повратку светлосног зрака.

Међутим, ово тумачење је само једна вештачки *исконструисана* могућност, јер се претпоставља да је светлост (фотони) твар — материјалне чврсте честице, што није тачно, па горња могућност *оппада*. Тако у поменутом прилогу у коме је изложено ово тумачење, Миланковић сам каже:⁶ „Допусти ли се према томе претпоставка, да кретање извора свјетлости и кретања огледала утјече на брзину, којом се свјетлост шири, у оној мјери, у којој то мјери из претпоставке емисионе теорије *сљедује*, то се Michelson-ов експеримент може растумачити без икакве друге хипотезе. — Претходне аргументације не мислимо употребити у корист емисионе теорије свјетлости, него хоћемо да покажемо, да се — стојећи на становишту *ундулационе* теорије, но усвајајући претпоставку о зависности брзине ширења свјетлости о брзини извора — може Michelson-ов експеримент растумачити.“

3. У свом најобимнијем штампаном раду о теорији релативности, објављеном 1924. а посвећеном другом постулату ове теорије,⁷ Миланковић указује да развија *мисао* А. Poincaré-а о томе да је брзина с светлости неког покретног извора, који се креће брзином v одређена *обрасцем*

$$(1) \quad c = c_0 + u(v, \varphi),$$

где би c_0 била брзина простирања светлости из апсолутно *мирујућег* извора по безвадушном, негравитационом простору, φ угао који светлосни зрак образује са вектором брзине v и где функција $u(v, \varphi)$ задовољава услов

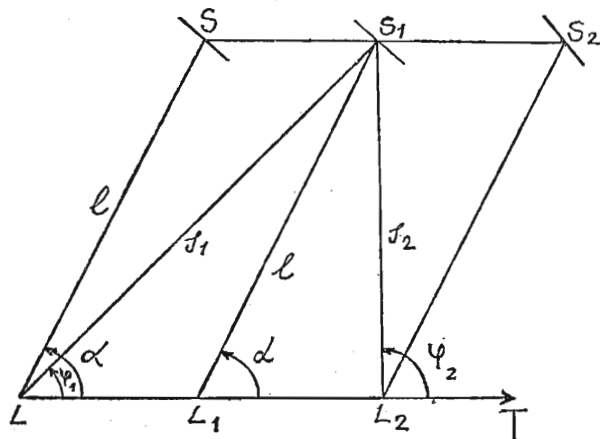
$$u(0, \varphi) = 0,$$

⁶ М. Milanković, *О теорији Michelsonova eksperimenta*, »Rad JAZU«, knj. 190 (1912), str. 69.

⁷ М. Миланковић, *О другом постулату специјалне теорије релативитета*, „Глас“ Српске краљевске академије, Београд 1924, књ. СХI, стр. 1—51, са резимеом на француском језику. У поднаслову ове расправе стоји: „Приказано на скупу Академије Природних Наука 30. VI 1923.“. У својим мемоарима, међутим, Миланковић прецизира: „Мој дневник ми саопштава да сам 21. априла 1924 довршио, спремио за штампу и предао Академији своју расправу“ о другом постулату специјалне теорије релативности (М. Миланковић *Успомене, доживљаји и сазнања из година 1909 до 1944*, Београд 1952, стр. 172). Он је, значи, „ради осигурања свог приоритета“, *недовршен* рад приказао у Академији, а десет месеци касније дефинитивно га приредио за штампу. Напоменимо још да је Миланковић после своје расправе о теорији Michelson-ова експеримента, објављене 1912. у *Radu JAZU*, а пре расправе о другом постулату теорије релативности из 1924, објавио на исту тему једно претходно саопштење под насловом *Zur Theorie des Michelsonschen Versuches*, (»Izvješća JAZU«, 1916—1917, (I), за 1867—1914, str. 137).

и за непокретни извор светлости $c = c_0$. Он се при томе позива само на Poincaré-ово дело *La valeur de la science* из 1905, али у издању из 1908. године. Остале прилоге Н. Poincaré-а, значајније за његове релативистичке концепције, као што су *L'état actuel et l'avenir de la Physique Mathématique*, говор одржан на Congress of Arts and Sciences (St. Louis, 1904) који је објављен 1905. године, и *Sur la dynamique de l'électron* (CR de l'Academie, 1905), он уопште не помиње.

Миланковић овде поставља питање каква треба да буде ова функција $u(v, \varphi)$ па да у вези са простирањем светлости буду задовољени сви астрономски захтеви (аберација светлости, Fizeau-ов оглед, светлосне појаве код двојних и променљивих звезда) и Michelson-ов оглед. При томе поступа овако (сл. 2).



Слика 2.

Светлосни извор L и огледало S чврсто спојени на растојању l налазе се у транслаторном кретању брзином v у правцу LT . Светлосни зрак, емитован из светлосног извора у његовом почетном положају L , паће после времена t_1 на огледало у његовом положају S_1 , па ће бити

$$SS_1 = LL_1 = vt_1.$$

Узећемо да је брзина c_1 простирања светлости на путу $s_1 = LS_1$ дата са ($\angle TLS_1 = \varphi_1$)

$$(2) \quad c_1 = c_0 + u(v, \varphi_1),$$

где је сама функција $u(v, \varphi)$ засад неодређена, а треба, како смо рекли, да буде одређена тако да задовољава све потребне захтеве. При томе је

$$LS_1 = s_1 = c_1 t_1.$$

При повратку после одбијања светлости од огледала нека буде потребно време t_2 да она стигне натраг у светлосни извор, који се сад налази у положају L_2 , па је према томе

$$L_1 L_2 = vt_2$$

и

$$S_1 L_2 = s_2 = c_2 t_2,$$

при чему брзина простирања светлости на путу s_2 нека буде c_2 .

Ако се узме да се огледалска слика светлосног извора понаша као покретни светлосни извор, може се онда, с обзиром на претпоставку (1) за брзину c_2 , написати

$$(3) \quad c_2 = c_0 + u(v, \pi - \varphi_2),$$

где је $\varphi_2 = \angle TL_2 S_1$.

Резултат Michelson-овог огледа захтева да збир

$$t\alpha = t_1 + t_2$$

не зависи од угла $\alpha = \angle TLS$, тј. од оријентације апарата.

Ради одређивања функције u уведимо ове ознаке:

$$u\left(v, \frac{\pi}{2}\right) = u_0, \quad u(v, 0) = u_1, \quad u(v, \pi) = u_2$$

па се онда са слике 2. ($L_1 S_1 = l$) добија

$$(4) \quad \begin{aligned} s_1^2 &= c_1^2 t_1^2 = v^2 t_1^2 + l^2 + 2lv t_1 \cos \alpha, \\ s_2^2 &= c_2^2 t_2^2 = v^2 t_2^2 + l^2 - 2lv t_2 \cos \alpha. \end{aligned}$$

Одавде се изводи

$$t_1 = \frac{l}{c_1 - v}, \quad t_2 = \frac{l}{c_2 + v}$$

и пошто за $\alpha = 0$ имамо $\varphi_1 = \varphi_2 = 0$ биће с обзиром на (1)

$$c_1 = c_0 + u_1, \quad c_2 = c_0 + u_2$$

па је најзад

$$t_0 = t_1 + t_2 = \frac{l}{c_0 + u_1 - v} + \frac{l}{c_0 + u_2 + v},$$

$$\text{За } \alpha = \frac{\pi}{2} \text{ биће (сл. 2)} \quad \varphi_1 = \pi - \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ па је стога}$$

према (2) и (3)

$$c_1 = c_2 = c_0 + u_0$$

и из (4)

$$t_1 = t_2 = \frac{l}{\sqrt{(c_0 + u_0)^2 - v^2}}$$

То сад даје

$$t_{\pi/2} = t_1 + t_2 = 2t_1 = \frac{2l}{\sqrt{(c_0 + u_0)^2 - v^2}}$$

Да би био задовољен Michelson-ов експеримент, мора онда бити $t_0 = t_{\pi/2}$, тј. морају u_0 , u_1 и u_2 задовољавати услов

$$\frac{1}{c_0 + u_1 - v} + \frac{1}{c_0 + u_2 - v} = \frac{2}{\sqrt{(c_0 + u_0)^2 - v^2}}$$

што, свођењем на нормалну брзину светлости c_0 као јединицу, тј. стављањем

$$\frac{u_0}{c_0} = u'_0, \quad \frac{u_1}{c_0} = u'_1, \quad \frac{u_2}{c_0} = u'_2, \quad \frac{v}{c_0} = v'$$

даје релацију

$$(1 + u'_1 - v')^{-1} + (1 + u'_2 - v')^{-1} = 2 [(1 + u'_0)^2 - v'^2]^{-\frac{1}{2}}$$

Развијањем овог израза по биномном обрасцу и занемаривањем виших степена од u'_0 , u'_1 , u'_2 и v' добиће се

$$(5) \quad (1 + 2v') u'_1 + (1 - 2v') u'_2 - 2u'_0 = v'^2,$$

што је једначина ходографа брзине светлости за покретни извор светлости.

Ако се u'_0 , u'_1 и u'_2 уведу као Descartes-ове координате (правоугле и ортогоналне), онда претходна релација представља једну равну чије све тачке (тј. односне вредности u'_0 , u'_1 , u'_2) представљају поједина решења постављеног проблема и тако их, по Миланковићу, има неограничено много. Он показује које тачке те равни одговарају раније познатим решењима Rose-Innes-a,⁸ Zemplén-a⁹ и Ritz-a (1908) као посебним случајевима и сâм испи-

⁸ Phil. Mag. (6), vol. 27 (1914).

⁹ Phys. Zeitschrift, XV (1914).

тује вредност појединих могућих случајева, с обзиром на последице које се могу појавити.

Као што видимо, Миланковић и у овој својој расправи тежи да на класичан начин протумачи други постулат специјалне теорије релативности.¹⁰

4. Садржај Миланковићевог течаја под називом „Теорија Релативитета“¹¹ чине његова предавања која је држао студентима Филозофског факултета Универзитета у Београду само два пута, у летњем семестру 1922/23. и опет у летњем семестру 1926/27.

¹⁰ У овом истом свом раду (1924, стр. 1—2), Миланковић у том омислу даје следеће експлицитно саопштење: „У својој првој радњи којом је ударио темељ теорији релативитета, назвао је Einstein други њен постулат само претпоставком. Од тога доба протекло је до данас осамнаест година, па су неопорни успеси теорије релативитета и на пољу њене практичне верификације довели велики број научника до убеђења да је споменута претпоставка, колико год нам она изгледала смела, у ствари емпиријска чињеница која неминуно следује из свих наших оптичких искустава, а нарочито из негативног исхода Michelson-овог експеримента, из резултата посматрања двојних звезда и из феномена абериције светлости. — Исход Michelson-овог експеримента показује, како то схватају споменути научњаци, да се светлост шири према посматрачу на земљи истом брзином c у овим правцима; она би се дакле, по принципима класичне физике ширила према посматрачу ван земље у правцу јединичног вектора i брзином $c+vi$ ако је v вектор брзине земље према овом другом посматрачу. То би значило да или хипотетски медиум, који пренаша светлосне зраке, учествује у кретању земље или да кретање извора утиче на брзину кретања светлости, увећавајући је за vi . Против првог тумачења говори абериција светлости, а против другог астрономска посматрања двојних звезда. — Но овако резонување, а нарочито оваково тумачење исхода Michelson-овог експеримента, није довољно критично, а садржава у себи, сем тога, још цео низ претпоставки о природи светлости, па на тај начин прикрива претпоставку о константности брзине светлости у ствари другим претпоставкама на које смо се боље свикли, но које могу бити замењене и другима без сукоба са искуством.“

„Задатак је ове расправе“, закључује Миланковић, „да то покаже. Истим питањима којима се овде бавим, бавили су се и многи други — цела антирелативистичка литература врти се око ње. Зато је неизбежно да у овој радњи поновим овде, онде познате ствари, но надам се да ће и ти случајеви послужити јачој систематизици антирелативистичких теорија“. Овим Миланковић довољно јасно одређује свој став према специјалној теорији релативности: признаје јој дигнитет и чак неопорну практичну верификацију — али сматра да се њени постулати могу протумачити и нерелативистички, с тим да на тај начин себе не убраја у противнике теорије релативности. О своме нерелативизму Миланковић у овоме спису (стр. 44—47) пише и следеће: „Сада ћу још да покажем да је могуће растумачити и резултат Michelson-овог експеримента и досадања опажања на спектроскопским двојним звездама задржавајући претпоставку непомичног етера и константности брзине; — то он чини на основу Taylor-овог обрасца.“

¹¹ Архив САНУ, Збирка 10131, кутија 12, коверти 10 (59 листова нумерисаних и два листа додата после десетог и после петнаестог листа) и 9 (154 листића). Рукопис мастилом, ћирицом, како је Миланковић увек писао на матерњем језику.

године.¹² Миланковић је у својим излагањима користио векторску методу консеквентно са ознакама вектора помоћу готских слова, а операција по Lorentz-у помоћу заграда. Течај обухвата само тзв. *специјалну теорију релативности*.

У уводном делу, Миланковић говори на уобичајени начин о Galilei-евој трансформацији, инерцијалним системима. Он поставља питање брзине простирања светлости у односу на покретне и непокретне објекте на којима се налази извор светлости, и то жели да приближи слушаоцу и да му протумачи упоређујући то са простирањем звука на броду у покрету, прво, у затвореној кабини у којој се ваздух креће са бродом, а затим на крову брода, где се може сматрати да ваздух, у односу на покретни брод, мирује. Миланковић указује да се у та два случаја брзина простирања звука разликује.

Он затим упућује на етар и кретање Земље па каже за Земљу: „ротира око своје осе, обилази око Сунца, креће са овим заједно према апексу и још бог те пита куда“. У вези са хипотезом о етеру пише: „о хипотези етера најбоље“ La Rosa, *Der Aether*, Phys. Zeitschrift 1912.

Занимљиво је да је Миланковић био прикупио обимну литературу о теорији релативности. Други део овога рукописа чини библиографија такве литературе од преко 150 наслова који обухватају период од Michelson-овог експеримента 1881. па до публикација из 1923. године. Ово треба уочити као симптоматично, о чему ће касније бити речи.

У самом рукопису, иначе брижљиво написаном, он помиње само око 20 публикација, јер вероватно осталу у библиографији наведену литературу није имао при руци. Овај рукопис је по свој прилици састављен пред почетак предавања (првог течаја) 1922. године и, пошто је Миланковић био увек уредан и тачан, вероватно у периоду 1920/21, јер се у предавањима позива и на свој прилог *O Michelsonovom eksperimentu* из 1911. године, а за време I светског рата се био посветио Сунчевој радијацији.

Пошто је Fizeau-ов оглед од кључног значаја за питање брзине простирања светлости, Миланковић га опширно излаже и затим наводи низ аутора који пишу о константности брзине простирања светлости, али претежно оних који траже да објасне негативни ефекат Michelson-овог огледа мимо усвајања те брзине као постулата.

Einstein је, како је познато, био против свих оних излагања и тумачења која су опет узимала један истакнути једини фундаментални систем референције (Миланковић каже: сав-

¹² Универзитет у Београду. Преглед предавања за шк. године 1922/23. и 1926/27, Београд 1922. и 1926. Миланковић је овај свој течај оба пута држао понедељком од 10—12 часова.

њивања), јер полази од тога да не постоји ниједан истакнути систем већ да су ови равноправни! Миланковић, међутим, о овоме питању има следеће мишљење: „Ја не видим овде неку контрадикцију, ако се иначе све слаже, али је хипотеза једног апсолутног система у супротности са Michelson-овим експериментом“. Он ће најзад усвојити Einstein-ово гледиште, али се неуобичајено дуго задржава у уводу за своја предавања на хипотези етра и износи како је Lorentz увођењем „мирујућег етра“ нашао основу апсолутног система, а приликом извођења Lorentz-ове трансформације показује како се резултат Michelson-овог огледа може протумачити скраћивањем апарата у смеру кретања у размери $1 : \sqrt{1 - v^2/c^2}$.

Од аутора на које се позива у њиховим напорима да објасне Michelson-ов експеримент без прихватања другог постулата (о константности брзине простирања светлости независно од кретања светлосног извора), он наводи Lewis-а и Tolman-а (1908), Comstock-а (1910), Ritz-а (1908. и 1909), Zemplén-а (1914) и друге.

Миланковић се очигледно тешко мирио са хипотезом да брзина простирања светлости не зависи од кретања светлосног извора, тј. да нема апсолутног кретања, па се стога стиче утисак да је он антирелативиста, што није случај, као што смо доста опширним цитатима из његових ранијих описа показали. Просто, он је био овећан чињенице да су последице које проистичу из Einstein-ових полазних ставова исправне, он их усваја и убедљиво тумачи, а једина његова резерва је била у питању основних ставова.

„Ја ћу овде да саопштим моје тумачење“ — пише он у својим предавањима и приказује то тумачење из својих прилога о теми о којој је било речи и о оном покушају са емисионом хипотезом, као и са оним врло студиозним излагањем о таквој зависности брзине простирања светлости од кретања извора која се у Michelson-овом огледу поништава, али иначе све друге светлосне појаве тумачи исправно.

Миланковић је очигледно опседнут идејом да се може наћи неко тумачење, па зато скупља литературу о том питању и саставља једну библиографију од преко 150 наслова разних публикација на немачком, енглеском и француском језику, полазећи од првог описа Michelson-овог огледа из 1881. године, па преко Lorentz-а и Poincaré-а, све до изразитих антирелативиста као што је Lenard, и тај се списак завршава публикацијама из 1923. године, што може бити индикативно. У својим предавањима он, као што смо указали, користи око 20 публикација и директно их наводи, па изгледа да је располагао само са толико радова са оног списка. Он уједно наводи да тих публикација има доста, па каже: „литература је непрегледна, а популарна тумачења постају блутава“.

Овако обимна Миланковићева библиографија не може указивати само на неко обично интересовање или само на припремање литературе за један уводни течај специјалне теорије релативности, већ на нешто озбиљније. По свему изгледа да је Миланковић после објављивања своје *Математичке теорије топлотних појава изазваних Сунчевом радијацијом* (1920) сматрао да је та тема у извесном смислу завршена и у периоду 1920—1924. године није имао намеру да ову теорију више проширује даље на геофизичке проблеме. Изгледа да је овом библиографијом хтео да утврди која су му дела потребна за неко обимније истраживање из теорије релативности, а да је од тога одустао после успеха своје теорије планетских температура на конгресу немачких природњака 1924. године у Innsbruck-у.

Није нам познато да ли се Миланковић у вези са тим изјашњавао (у његовим мемоарима о томе има мало непосредних података),¹³ али је ова очувана библиографија,¹⁴ снабдевена његовим личним анотацијама, врло интересантна и индикативна. Она садржи све значајније публикације о основама специјалне теорије релативности, како оне пре Einstein-а тако и оне после њега. Чудно је само што се, иако се Миланковић добро служио француским језиком док је енглески слабо познавао, од Poincaré-ових радова, како смо већ рекли, помињу једино *La valeur de la science* и још један мањи рад из *CR de l'Académie*.

О самом рукопису течаја се нема шта више нарочито рећи. Он је стандардног садржаја таквих течајева из специјалне теорије релативности, предвиђених за двочасовна предавања у

¹³ На једном месту (*Успомене, доживљаји и сазнања после 1944 године*, Београд 1957, стр. 159), Миланковић указује да је највећег успеха имао у истраживањима која је „распростра на више различитих наука“ и да је „једна од идеја која је имала ту одлику била и она која ми је синула кроз главу године 1923, а којом је био постављен један проблем који се могао решити само сарадњом Астрономије и Теоретске физике“. То је био проблем новог решења Einstein-ових постулата које је називао, а на основу особина Цефеида; „сазнадох да су у томе правцу чињени само покушаји који нису довели до прихватљивих решења. Запитах се да ли сам својим обрацима решио проблем Цефеида и својим погледом продро у дубину васионе. — Напрегнух очи што сам више могао и погледих онамо, далеко, далеко, далеко. Учини ми се да разабирем што се то онде збива. Али ме од тог гледања ухвати вртоглавица и спопале језа. Ошамућен врати се кући и проведох целу ноћ као у бунилу. Али ме већ сутрашњи дан врати у стање трезвеног научника“. Наиме, „омела ме је у томе“ — у даљем раду на теорији релативности — „моја сарадња на Кепеновом 'Приручнику Климатологије' и Гутенберговом 'Приручнику Геофизике' на којима сам радио од 1922 до 1937, дакле пуних 15 година“; тако Миланковић објашњава овоје напуштање даљег рада на теорији релативности. (*Исто*, књ. II, Београд 1952, стр. 128—136, где Миланковић доста детаљно описује и своје почетно бављење Einstein-овом теоријом релативности са задатком „да се, без икаква предубеђења, упознам са мишљењем и једних и других“ — „и релативиста и антирелативиста“).

¹⁴ У Миланковићевом списку литературе се посебно истиче зборник O. Blumenthal-а од десет радова Einstein-а, Lorentz-а и Minkowski-ог.

седмици у току једног семестра. Оно што ипак треба истаћи јесте да Миланковић, излажући четвородимензиону интерпретацију теорије релативности Н. Minkowski-ог, наводи и ону коју је дао В. Варићак на основу тродимензионе геометрије Лобачевског (1911).¹⁵ Тај његов течај садржи Lorentz-ове трансформације, контракцију дужине, дилатацију времена, сопствено време и излагање брзина. Посебну пажњу посвећује, вероватно због својих предавања из теоријске физике, теорији оптичких појава које се указују кад се светлосни извор креће према посматрачу, тј. Doppler-овом принципу.

Основне једначине релативистичке динамике само су започете на једном листу, на крају течаја, тако да није била изведена ни позната и чувена релација између масе и енергије. Да је Миланковић ту релацију извео и заузео став према њеном научном садржају и филозофским импликацијама (у погледу концепција енергетизма, реизма и релационизма итд.), имали бисмо јаснију слику о његовим теоријско-филозофским погледима — што би поготову био случај да се Миланковић бавио и општом теоријом релативности, а то он, на жалост, није учинио.

II

5. Сада ћемо покушати да дамо скицу за истраживање које тек предстоји — о *еволуцији прихватања Einstein-ове теорије релативности у Србији и о месту Миланковићевих схватања ове теорије у том процесу*. При том смо свесни неопходности да се ово питање постави и реши још целовитије — као рецепција Einstein-ове теорије у југословенским земљама уопште у односу на европске и остале земље, што далеко премаша нашу намеру и обим овога чланка.

Зависно од тога колико је ово питање генетички и теоријски обрађено,¹⁶ можемо рећи следеће. Иако је борба између релативиста и антирелативиста од саме појаве Einstein-ове специјалне (1905), а још више опште (1916) теорије релативности била веома оштра, иако је такав ауторитет као што је био Никола Тесла упорно негирао сваки значај Einstein-ове теорије (али га је

¹⁵ Глас СКА LXXXII (1911). Спис је под насловом *Интерпретација теорије релативности у геометрији Лобачевског*.

Његов професор из осиечке Реалке В. Варићак вероватно је доста утицао на Миланковићеве бављење теоријом релативности. Главни Варићак рад о томе питању је *Darstellung der Relativitätstheorie im dreidimensionalen Lobatschewskischen Raume*, Zagreb 1924.

¹⁶ Видети Dragan M. Jeremić, *O filozofiji kod Srba*, »Savremenik« br. 8—9/1967, str. 178—179; А. Б. Стојковић, *Развитак филозофије у Срба 1804—1944*, Београд 1972, стр. 239, 240, 244, 248, 437, 440, 442—444, 528, 534, 547; Dragan Trifunović, *Mihailo Petrović i Sima Marković*, »Dijalektika« br. 2/1970, str. 75—92.

Einstein и поред тога ценио, па му је одао и писмено признање 1931. године поводом његовог 75. рођендана, наши се природњаци, а и филозофи, нису дали збунити већ су током времена критички прихватили и у наш научни и филозофски фонд доста рано преносили садржај Einstein-ове, претежно специјалне, теорије релативности.

Прво ћемо указати на доприносе томе питању које су дали београдски научници, а затим и филозофи, међу њима и Душан Недељковић.

6. У својим првим радовима о математичкој феноменологији,¹⁷ *Михаило Петровић* је претежно имплицитно негирао дубљи значај Einstein-ове теорије релативности тиме што је остао уверен у апсолутност простора и времена. Али док је Миланковић, попут *Михајла Пупина*, до краја тежио да — прихватајући Einstein-ову специјалну теорију релативности — њене постулате протумачи на класичан начин и некако укључи у систем класичне физике,¹⁸ *Михаило Петровић* је временом далеко више еволуирао. У радовима објављеним после I светског рата (1921), вероватно пошто је 1919. године ова теорија извршеним посматрањима помрачења Сунца добила снажну потврду, Петровић је признао значај Einstein-ове теорије, да би је дванаест година после тога и експлицитно увео у своју филозофију природе — иако није одступио од овога ранијег убеђења у погледу апсолутности простора и времена, и поставио је питање да ли физичке константе класичне физике важе и у релативистичкој физици, односно да ли остају константне (независне од брзине).

По *Михаилу Петровићу*, наиме, Einstein-ова теорија релативности — иако се према новостима које уноси у природну науку може сматрати за праву „научну јерес“ — „има пуно право грађанства у Природној филозофији“,¹⁹ али је он усваја и укључује у овоју филозофију природе тек 1933. године, с оценом да „релативистичко пресликавање даје за данас крајњу слику о свету факата“.²⁰

7. Петровићев талентовани ученик *Сима Марковић* научно-филозофски је обрађивао са позиција дијалектичког материја-

¹⁷ *Михаило Петровић*, *О математичкој теорији активности узрока*, „Глас“ СКА, књ. LIX, Београд 1900, стр. 183—247. *La mécanique des phénomènes fondée sur les analogies*, »Scientia«, № 27, Paris 1906, p. 95. *Елементи математичке феноменологије*, Београд, СКА, 1911, стр. 774.

¹⁸ *M. Pupin, From Immigrant to Inventor*, (1923), New York — London 1924, p. 354—356, 261, 277.

¹⁹ *Михаило Петровић*, *Теорија релативитета*, „Српски књижевни гласник“ бр. 1/1921, стр. 37. Видети и *Физичке константе у теорији релативитета*, „Глас“ СКА, Први разред 1927, стр. 45—86.

²⁰ *Михаило Петровић*, *Феноменолошко пресликавање*, Београд 1933, СКА, стр. 230.

лизма Einstein-ову теорију релативности — и то претежно специјалну — али је међу првим марксистима приступио оцени значаја и опште теорије релативности. Четврт века пре совјетских и других марксиста, који су у томе били ометени и официјелним негативним ставом према Einstein-овој теорији као наводно „буржоаској лажној теорији“, *Сима Марковић* се није дао збунити већ је схватио историјски значај теорије релативности за победу монизма у физици путем отклањања дуализма између инерције и гравитације, и очекивао је да она уклони и дуализам између теорија релативитета објективност простора и времена, али не само што их није негирала већ је (наспрот Канту и субјективистима) наше сазнање приближила „тим објективно-реалним формама бића“. И Einstein-ов став о пропорционалности масе и енергије, по *Сими Марковићу*, представља „један сјајан тријумф материјалистичко-монистичког схватања свега“. Уопште узев, теорија релативности нема везе са филозофским скептицизмом који кулминира у фрази „све је релативно“ већ „почива на гранитном темељу материјалистичке теорије сазнања“.²¹

Као што видимо, *Сима Марковић* је занемарио Einstein-ове првобитне субјективистичке филозофске тезе и веома високо оценио значај Einstein-ове теорије не само за природну науку већ и за материјалистичко-дијалектичку филозофију, у чему је његова велика заслуга.

Напоменимо да је физички реализам Einstein-ове теорије релативности истакао и један други значајни југословенски међуратни филозоф наука из редова дијалектичких материјалиста — *Огњен Прица*.²²

8. Занимљиво је напоменути да је најупорнији пропагатор Einstein-ове теорије релативности код Срба између два рата, па и до данас, био један средњошколски професор математике и физике, *Миливоје С. Добросављевић*, који Einstein-а схвата релативистички и на основу његове специјалне и опште теорије релативности предузима „релативистичке екскурзије“ по космосу.²³

²¹ *Сима Марковић*, *Теорија релативитета*. Популарно-научна скица, Београд 1924, стр. 80; *Ајнштајнова теорија релативитета*, Београд 1929, стр. 31; *Принцип каузалитета и модерна физика*, Београд 1935, стр. 204. У овим списима С. Марковић се, потпуно или делимично, посвећује анализи и оцени Einstein-ове теорије.

²² *Ognjen Prica, Još o neopozitivizmu kod nas*, (1938), »Izbor članaka«, Београд 1960, стр. 129.

²³ Да би заинтересовао и нашу јавност за најновије тековине науке („филозофије природе“), или, како он каже, „чисто у пропагандистичком“ (а не дакле у научном) циљу, он у четири књиге под општом насловом *Са Ајнштајном кроз науку* (Релативистичка библиотека, Београд: О Ајнштајну и теоријама релативитета уопште и једна релативистичка екс-

9. Оригинални филозоф и научник *Бранислав Петронијевић*, који је аутор и једне концепције неевклидске геометрије, имао је позитиван став према Einstein-овој теорији релативности и позивао се на њене резултате као на аргументе појединих својих филозофско-научних ставова.²⁴

10. Иако је о самој Einstein-овој теорији мало писао, *Душан Недељковић* је целином свога филозофског и научног дела допринео сагледавању њеног значаја за науку и филозофију. Схватајући материјалистичку дијалектику као револуционарни и критички органон сазнавања и мењања природе, друштва и човека, Недељковић се определио и за сарадњу филозофије и специјалних наука. А то га је обавезивало да прати развистак историје и савременог стања наука и да њихове резултате највише општости филозофски обрађује, тежећи истовремено и да те филозофске обраде буду релевантне за саме специјалне науке.

„На овај ме је пут“ — пише о томе Недељковић — „извело само наше револуционарно време“; оно је имало једну од звезданих тачака у октобарској револуцији коју су бурно поздравили

курзија кроз филологију, 1928; *Једна релативистичка екскурзија кроз биологију*, 1929; *Једна релативистичка екскурзија кроз историју*, 1931; и *О старости на земљи*, 1931) указује на неопходност „ревизије“ тј. „ајнштајнизација“ свих наука (филологије, биологије, историје, палеонтологије и универзалне природне еволуције) и пледира за конституисање метагеометрије итд. Иако је он само њен популаризатор и донекле вулгаризатор, Добросављевићу треба признати одважност у прихватању Einstein-ове теорије, у покушају њене примене на низ нових подручја и конституисања метагеометрије.

²⁴ Тако, нпр., у своме курсу о универзалној еволуцији, који је током I светског рата држао на париској Сорбони, Петронијевић апострофира Einstein-ову теорију релативности, указујући да она „одбацује хипотезу о етру као некорисну“ али да, по његовом мишљењу, „етар није апсолутно инкомпатибилан са том теоријом“ (В. Petronievics, *L'évolution universelle*, Paris 1921, p. 27); ово наш филозоф тврди да би Einstein-овим ауторитетом покретно своје укључивање етра у систем метафизике. Године 1922 (*La vitesse — limite de la lumière et le finitisme*, «Revue générale des Sciences pures et appliquées», Paris, 33/1922, Tome XXXIII, № 13 (15 Juillet), p. 401—402), Петронијевић помиње Einstein-ову теорију релативности и заузима према њој став у погледу лимита брзине светлости, а затим то чини опширније 1927. (*L'espace discret et la géométrie non-euclidienne*. Conférence faite au 21ème Congrès polonais de philosophie à Varsovie, le 26 septembre de cette année (1927). »Archiv für systematische Philosophie und Sociologie», Berlin, 1928, Bd. XXXI, Heft 3 und 4, S. 297—305). Најзад, у предавањима из логике која је годинама држао на Великој школи и затим Београдском универзитету, Петронијевић указује да светлосни зраци у близини велике масе (као што је Сунце) морају скренути са свога правца, а то је „једна чињеница коју ондулациона теорија није предвидела и коју је тек у наше дане открио Ајнштајн (на основу претпоставке, да светлост као енергија има масу)“ (*Основи логике*, Београд 1932, стр. 233). Остаје да се испита еволуција рецепције Einstein-ове теорије код овог нашег мислиоца и природњака, и то у облику посебне студије.

и париски радници, ђаци и студенти — међу њима и Недељковић; тада су „на катедрама филозофије на Сорбони предавали такви истакнути њени представници као што су Андре Лаланд, Леон Бреншвиц, Абел Реј и Емил Брејје, који су нам сасвим природно и логично за докторске тезе давали такве, уједно историјске и епистемолошке теме, као што је *Природна и релативистичка филозофија Руђера Бошковића*“.²⁵

Обрађујући у свом дипломском раду (1919), а затим и у докторској тези (1922) филозофско-научне погледе Руђера Бошковића, Недељковић се преко Бошковићевих релативистичких погледа упутио на изучавање момента релативности у свету и сазнању уопште, а тиме је морао пратити и развистак Einstein-ове теорије релативности. Тако је у својој тези²⁶ навео релацију Бошковић-Einstein како је она у то време била одређена у радовима В. Варићака из 1910—1912. године и других њених познавалаца. Недељковић је показао да је релативност (која се никако не своди на релативизам) једна од битних категорија дијалектике. Он је ову концепцијску карактеристику дијалектике током пуних шест деценија разрађивао у свим областима филозофије и наука које је неговао.²⁷ Тако је он, на пример, у духу Einstein-ове теорије показао релативност „димензија времена“ (1922) и истицао (1923) да је сазнавање а не сазнање одлика истинитог мишљења, да је сазнање релативно по Хераклиту (1924), Pascal-у (1925), по српском просветитељу XIX века Георгију Вечеречком (1928); ову страну дијалектике Недељковић је учио код низа великих мислилаца и научника као што су Leonardo da Vinci, Марко Доминис, Copernic, Kepler, Galilei, G. W. F. Hegel, И. П. Павлов, Тесла и многи други.

²⁵ Душан Недељковић, *Дијалектика на делу у развоју наука, научног стваралаштва и личности научника*, Београд 1978, стр. 6—7.

²⁶ D. Nedeljković, *La philosophie naturelle et relativiste de R. — J. Bosovich*, Paris, Edition de la Vie Universitaire, 1922, p. 236.

²⁷ Видети Marija Debač-Nedeljković, *Bibliografija radova akad. D. Nedeljkovića 1919—1969*, «Дијалектика» бр. 3/1969, стр. 77—102, радови бр. 2, 4, 5, 9, 14, 36, 421, 470, 501, 502; Д. Недељковић, *Коментари текста уз Хегелову „Дијалектику“*, Београд 1939, стр. 611—905; *Нотте et Нотте*, Београд 1969, pp. 5—200; *Дијалектика на делу у развоју наука, научног стваралаштва и личности научника*, Београд 1976, стр. 5—318.

Проблем рецепције Ајнштајнове теорије релативности код Срба и Југословена није довољно обрађен. Наводемо овде да је у преводу инжењера В. Ђорића из популарног издања Ајнштајнове књиге *О специјалној и општој теорији релативности* изишао фрагмент под насловом *Теорија релативитета* („Мисао“, 1921, св. 3, стр. 224—227; св. 4, стр. 300—304; св. 5, стр. 375—381; св. 6, стр. 462—467 и св. 7, стр. 543—550). Душан Недељковић је убрзо у истом часопису (*Есеј о димензијама времена*, „Мисао“ 1922, књ. X, св. 6, стр. 1640, св. 7, стр. 1720—1722), уз Њутново, Декартово, Бошковићево, Кантово, Хамленово и нарочито Бергсоново, анализирао и Ајнштајново схватање времена цитирајући Ајнштајнов спис *Ueber die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie*, 11. Auflage.

После дипломског рада и докторске тезе о природној и релативистичкој филозофији Руђера Бошковића, Недељковић је у низу расправа објављених 1928, 1937, 1949, 1958, 1961. и следећих година све до данас²⁸ открио низ значајних утицаја Бошковићевих релативистичких погледа на корифеје савремене науке све до Einstein-а, да би у својој најзрелијој оцени Einstein-ове теорије релативности из 1961. године написао: „У својој језгро и битно напредна, научна, дијалектичка и материјалистичка, Ајнштајнова мисао“ је „својом посебном и општом теоријом релативности пре свега, а затим и својим радовима на заснивању квантне теорије, фотонске теорије светлости итд.“ учинила да је Einstein „захватио и такве нове и тако дубоке суштине света да нам се наш свет указао у сасвим новој светлости, на којој се Њутнова класична небеска механика показала тек само као прво приближавање“; „овим је Ајнштајн још једном, и то целим својим научним делом, потврдио саму дијалектичку законитост развоја природних наука и људског сазнања уопште хођом од посебних, све општијим и дубљим суштинама, чији обухват нам даје све више могућности и снаге да свет, а самим њим и друштво, човека и себе мењамо и превазилазимо“.²⁹

III

Из наших излагања следе закључци:

11.1. После В. Варићака (1910—1912, 1924), и вероватно по његовој препоруци, Миланковић је један од првих југословенских научника који су теоријски истраживали проблеме које је поставила Einstein-ова теорија релативности и о њима држали предавања на универзитету. Истраживачким радом у овој области Миланковић се бавио од 1912—1924, а педагошким 1923. и 1927. (и прво и друго вероватно у договору са Михаилом Петровићем) — да после тога напусти бављење теоријом релативности.

11.2. Миланковић је обрађивао само Einstein-ову специјалну теорију релативности, признавао њен научни и практички значај и заснованост, али је тежио да њене основе, нарочито њен други постулат о константности брзине светлости, протумачи нерелативистички (на основама класичне физике), а све до смрти је

²⁸ Видети нарочито D. Nedeljković, *Ruđer Bošković u svome vremenu i danas*, Beograd 1961, str. 21, 63, 96, 101, 145, 161, 180 i dr.

²⁹ Д. Недељковић, *О Алберту Ајнштајну*, Предговор избору текстова: А. Ајнштајн, „Шта је теорија релативности“, „Друштво и личност“, „Зашто сам за социјализам“, Београд, САНУ, 1961; сажет текст: Алберт Ајнштајн, „Политика“, 4. I 1959.

остао уверен да брзина светлости у космичким просторствима не може бити константна.

11.3. Међу југословенским научницима и филозофима, колико је познато, у периоду до II светског рата, Никола Тесла је био одлучни противник Einstein-ове теорије релативности, док ју је Михајло Пупин прихватио (1923) на начин сличан Миланковићевом. Михаило Петровић је постепено признавао и најзад усвојио специјалну теорију релативности (1921, 1927, 1933). Општу и специјалну теорију релативности безрезервно пропацира и донекле вулгаризује Миливоје С. Добросављевић (1928—1931). Међу марксистима, и специјалну и општу теорију релативности као значајне аргументе материјалистичке дијалектике прихвата Симма Марковић (1924, 1929, 1935); Огњен Прица (1938) признаје њен физикални реализам; Душан Недељковић (од 1922. до данас) прихвата материјалистичко и дијалектичко језгро Einstein-ове специјалне и опште теорије релативности.

11.4. Миланковић није пружио значајнији допринос разради Einstein-ове теорије релативности, али је његов истраживачки и педагошки рад у тој области морао дати одређене позитивне резултате у целини борбе за критичко усвајање садржаја ове теорије у нашој науци и филозофији.

7. XII 1979.

Tatomir P. Andjelić et Andrija B. Stojković (Beograd)

MILUTIN MILANKOVIĆ ET LA THÉORIE DE LA RELATIVITÉ

Résumé

Les auteurs ont examiné le rapport de Milutin Milančović (1879—1958) à la théorie de la relativité, exposé surtout dans ses écrits: »Sur la théorie de l'expérience de Michelson« (1912), »Sur le deuxième postulat de la théorie spéciale de la relativité« (1924) et dans les autres manuscrits, faits à l'Université de Belgrade, sous le titre de »Théorie de la Relativité« (en 1923 et 1927). Les conclusions générales:

1. Après V. Varičak (1910—1912, 1924) et, probablement, sur sa recommandation, Milančović était un des premiers savants yougoslaves qui ont fait des recherches théoriques sur les problèmes posés par la théorie de la relativité d'Einstein et l'ont enseignée à l'université. Milančović était engagé dans les recherches dans ce domaine dans l'intervalle de 1912 à 1924 et il en a exposé

les résultats dans son activité pédagogique à deux reprises, en 1923 et en 1927 (l'un et l'autre, selon toute probabilité, d'accord avec son collègue aîné, le célèbre mathématicien Mihailo Petrović). Après cela, Milanković a cessé de s'occuper de la théorie de la relativité.

2. Milanković n'a traité que de la théorie spéciale de la relativité d'Einstein, il reconnaissait son importance scientifique et pratique et son bien-fondé, mais il tendait à interpréter ses fondements, particulièrement son deuxième postulat relatif à la constance de la vitesse de la lumière, d'une manière non-relativiste (sur les bases de la physique classique) et il est resté, jusqu'à sa mort, convaincu que la vitesse de la lumière ne pouvait pas être constante dans les espaces cosmiques.

3. Parmi les savants et philosophes yougoslaves, autant qu'il est connu, dans la période entre les deux guerres mondiales, Nikola Tesla était un adversaire farouche de la théorie de la relativité d'Einstein, tandis que Mihailo Pupin l'acceptait (1923) de la façon analogue à celle de Milanković. Mihailo Petrović reconnaissait graduellement la théorie spéciale de la relativité pour l'adopter à la fin (1921, 1927, 1933). La théorie de la relativité, générale et spéciale est supportée sans réserve et même vulgarisée d'une certaine façon par Milivoje S. Dobnosavljević (1928—31) qui enseignait les mathématiques au lycée. Parmi les marxistes Sima Marković (1924, 1929, 1935) acceptait la théorie de la relativité, générale et spéciale, comme arguments importants du matérialisme dialectique; Ognjen Prica (1938) reconnaissait son réalisme physique; Dušan Nedeljković (à partir de 1922 jusqu'aujourd'hui) adopte le noyau matérialiste et dialectique de la théorie de la relativité, générale et spéciale, d'Einstein.

4. Milanković n'a donné aucune contribution importante à l'élaboration de la théorie de la relativité d'Einstein, mais son activité de chercheur et de pédagogue dans ce domaine a nécessairement donné des résultats positifs dans l'ensemble de la lutte pour l'adoption critique du contenu de cette théorie dans la science et la philosophie yougoslaves.

