

Čas

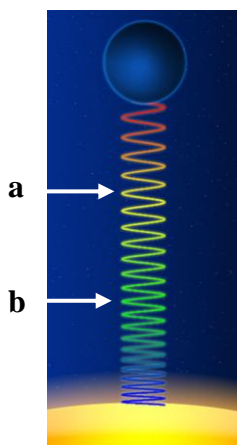
**Čas določajo naravni pojavi, vrtenje
zemlje, kroženje elektrona okrog
atomskega jedra. Ura je zgolj pomagalo
za spremljanje časa.**

Predstavo o času kot pojmu si skušam ustvariti na primeru.

Kot primer si izberem svetlobo, ki potuje po praznem prostoru in ima svoj izvor na nebesnem telesu z veliko gravitacijo.

Wikipedija po naslovom '*Gravitational redshift*' opisuje pojav povečevanja valovne dolžina svetlobe, ki prihaja iz nebesnega telesa z veliko gravitacijo, kot to prikazuje Slika 7.1.

Ko svetloba zapušča okolje z veliko gravitacijo se svetlobi na poti povečuje valovna dolžina. Pojav opazimo v primeru masivnih galaksij, kjer ima svetloba iz notranjosti oziroma središča galaksije večjo valovno dolžino, kot svetloba iz periferije galaksije, kot je podrobneje opisano kasneje v poglavju 'Supernova'.



Slika 7.1

Hitrost svetlobe

Hitrost svetlobe oziroma hitrost EM valov določa enačba $c=f\lambda$, kjer je c hitrost svetlobe, f frekvenca, λ pa valovna dolžina svetlobe.

Če se kot posledica spremembe gravitacijskega polja spreminja valovna dolžina svetlobe na njeni poti, potem se mora ob predpostavki v vseh razmerah enake hitrosti svetlobe spreminjati tudi frekvenca.

Frekvenca EM valovanja

Ob v vseh razmerah enaki hitrosti svetlobe se mora ob povečevanju valovne dolžine zmanjševati frekvenca svetlobe. Frekvenca svetlobe v točki a na Sliki 7.1 mora biti drugačna od frekvence svetlobe v točki b.

Različni frekvenci v točkah si lahko predstavljamo tako, da v sektor med točkama a in b nenehno vstopa več EM valov, kot jih sektorja izstopa.

Če v področje med točkama a in b stalno prihaja več EM valov, kot jih tega področja izhaja, potem nastopi vprašanje, kam gredo EM valovi, ki so v nekem času vstopili v področje med točkama a in b, niso pa iz njega izstopili.

Za pot EM valov v obratni smeri, to je v smeri proti gravitaciji, bi opazili, da v sektor vstopa manj EM valov, kot jih iz sektorja izstopa. Pojavi se obratno vprašanje, od kod se pojavijo manjkajoči EM valovi.

Potek časa

Članek v Wikipediji govori o tem, da v točkah 'a' in 'b' čas teče različno hitro, zaradi različne gravitacije po zakonitostih splošne teorije relativnosti.

Skušajmo si torej ustvariti nazorno predstavo o tem, kaj pomeni, da čas v eni točki na Sliki 7.1 teče drugače, kot v drugi točki.

Na osnovi jasne predstave o poteku časa, pa bomo v nadaljevanju skušali predstavljivo in razumljivo pojasniti spremembe frekvenc v točkah 'a' in 'b'.

Čas

Čas je pojem, s katerim si običajno ne belimo glave. Znamo si na primer predstavljati kaj pomeni: avtobus odpelje dopoldne, film je bil predolg, teta je prišla na obisk pred taščo in tako naprej. Vemo koliko časa traja ena ura, koliko je dolg en dan, kdaj preteče eno leto.

Čas je ena od razsežnosti v vesolju.

Vesolje temelji na več razsežnostih. Prostorske razsežnosti (x, y in z) snovnemu objektu določijo obliko in prostornino. Energijske razsežnosti ustvarijo maso in obliko snovnega objekta ali na primer gravitacijsko silo med snovnimi objekti. Tudi čas lahko razumemo kot eno od razsežnosti v vesolju, ki vesolju določa dinamiko gibanja.

Čas na snovi ne pušča merljivih sledi.

O času kot pojmu so razmišljali mnogi filozofi. John McTaggart, Russell in tudi Kant so skušali najti trajne in merljive lastnosti, ki jih pušča čas na nekem objektu, vendar takih lastnosti niso našli.

Ta ugotovitev jih je vodila do vprašanja, ali čas v stvarnosti zares sploh obstaja. Ker čas ne povzroča opaznih sledi na objektu, so prišli do med seboj različnih ugotovitev.

John McTaggart meni, da čas ni resnična danost. V vesolju po njegovem obstajajo dogodki in spremembe snovnih stanj, ki so snovna lastnost. Čas je torej zgolj posledica oziroma stranski produkt snovnih sprememb. Čas po njegovem mnenju ni stvarna danost.

Russell pravi drugače. Meni, da so spremembe na objektu del opazovanega sveta. Čas je po njegovem mnenju realen in se odraža v spremembah na objektih.

Čas v očeh filozofije kljub navidezni razumljivosti ni tako preprosta in enoumna danost, kot bi na prvi pogled pričakovali.

Merjenje časa

V primeru krajevnih razsežnosti vemo, kdaj ima krogla volumen nič. Znamo si predstavljati, kdaj ima nek objekt maso nič. Pri času kaj takega ne opažam.

V primeru časa nimamo podobne predstave kot pri volumnu ali masi, kaj predstavlja čas nič. Čas 'nič' kot neka fizikalna danost ne obstaja na način, kot obstaja volumen nič ali masa nič.

Pri času lahko govorimo le o dolžini nekega intervala, če se domenimo, kdaj se interval začne in kdaj se konča.

Ko se domenimo, da se leto prične sredi zime, potem lahko govorimo o datumu, vendar je pri tem popolnoma jasno, da z datumom merimo interval od dogovorjenega Novega leta do nekega dne.

Podobno je tudi z uro. Če se dogovorimo, da ure začnemo šteti sredi noči, potem lahko povemo, koliko je ura. Vendar pa je polnoč dogovor med ljudmi in ni naravna danost. Ure dneva bi namreč lahko začeli šteti tudi od jutra.

V primeru merjenja časa vsakič merimo dolžine intervalov. Označba nekega trenutka s časom t_0 je zgolj pomagalo, ki mi določi začetek opazovanega časovnega intervala, ki traja od časa ' t_0 ' do neke druge časovne točke, ki jo označim na primer s ' t '.

Etalon merjenja časa

Nekateri dogodki v vesolju se dogajajo v pravilnem cikličnem časovnem zaporedju. V cikličnem časovnem zaporedju se vrtil Zemlja okrog svoje osi. Podobno se v pravilnem cikličnem zaporedju Zemlja vrtil okrog Sonca.

Dogodki, ki se ponavljajo v enakih časovnih intervalih, so nam lahko osnova pri časovni orientaciji. Neko časovno obdobje lahko primerjamo z nekim znanim časovnim obdobjem in tako določimo njegovo trajanje.

Urni mehanizem je orodje za merjenje časa.

Da si ljudje olajšamo časovno orientacijo smo se ljudje domenili o:

- standardih, s pomočjo katerih merimo časovne intervale (ure, minute, sekunde), ter
- pripomočkah (urni mehanizmi), ki nam omogočajo merjenje trajanja opazovanih intervalov.

Primer standarda je tekoče leto. Začetek našega štetja pred nekaj več kot dva tisoč leti pomeni dogovorjeni standard ' t_0 ' nekega časovnega obdobja. Tekoče leto izhaja iz določitve leta 'ena' in štetja let po tem dogodku.

Primer pripomočka oziroma mehanizma za merjenja časa je na primer kvarčna ura. Današnje kvarčne ure so precej točne. Še vedno pa je točnost ure odvisna od zunanjih okoliščin. Da se prepričamo o točnosti ure, jo moramo nujno občasno umeriti na naravne cikle, kot je na primer vrtenje Zemlje.

Tek časa pri velikih hitrostih.

Do objave Einsteinove 'Teorije relativnosti' je bilo kljub nekaterim pomislekom razumevanje časa še vedno dokaj predstavljivo. Teorija relativnosti pa je v pojmovanje časa vnesla nove poglede, s tem pa nova vprašanja in dileme.

Bistvena novost Teorije relativnosti je trditev, da se tek ure upočasni pri velikih hitrostih ali v okoljih z veliko gravitacijo. Sprememba hitrosti teka ure naj ne bi bila posledica lastnosti urinega mehanizma, ampak naj bi se za gibajočega opazovalca v splošnem spremenila dolžina opazovanih časovnih intervalov naravnih pojavov. Naravni pojavi in tudi ura pri velikih hitrostih po teoriji relativnosti tečejo počasneje.

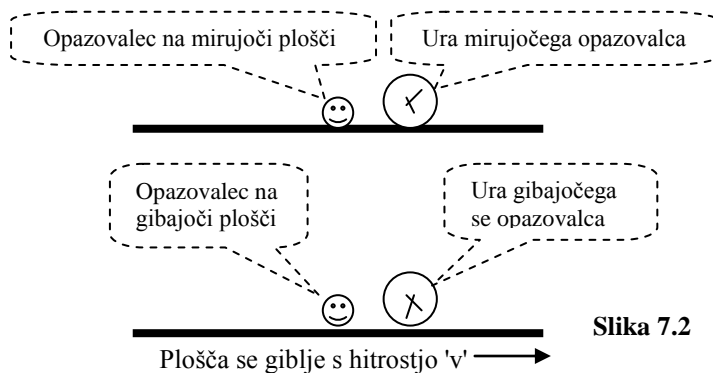
Opazovanje časa pri velikih hitrostih

Predstavo o poteku časa pri velikih hitrostih si ponazorim na primeru dveh opazovalcev, ki hitrost teka časa opazujeta vsak iz svoje plošče, kot je prikazano na sliki 7.2.

Gornji opazovalec miruje na svoji mirujoči plošči. Spodnji opazovalec se giblje skupaj z gibajočo ploščo. Vsak opazovalec ima svojo uro, ki mu kaže njegov čas.

Vsak od opazovalcev vidi obe uri.

Hitrost teka časa lahko ocenjujemo le tako, da primerjam hitrost teka dveh ur. Na osnovi opazovanja ene same ure ne morem opaziti oziroma prepoznati sprememb hitrosti poteka časa.



Ali čas na zgornji plošči res teče drugače, kot na spodnji plošči, lahko preverim le tako, da zagotovim mirujočemu opazovalcu, da poleg svoje ure opazuje tudi uro gibajočega opazovalca. Ravno tako mora tudi gibajoči opazovalec poleg svoje ure imeti možnost opazovanja ure mirujočega opazovalca.

Tu ne pričakujem, da bosta opazovalca v resnici videla obe uri. Za miselni poskus mi zadošča, če si predstavljam, kakšne pogoje je opazovalcema treba zagotoviti, da opazovalca lahko preverita hitrost teka ur. Če že ne v naravi, pa vsaj v miselnem poskus.

Šele ko opazovalec opazuje obe uri, lahko zazna morebiten različno hiter tek med urama. Brez možnosti opazovalcev po primerjavi hitrosti teka med urama, opazovalca nimata možnosti ugotavljanja različnih hitrosti teka ur.

Počasnejši tek ure gibajočega opazovalca

Matematični model teorije relativnosti pušča odprta nekatera vprašanja glede pojmovanja hitrosti teka časa. Za razjasnitev teh dilem si lahko pomagam s poznanim primerom paradoksa dvojčkov.

Razlagalci teorije relativnosti pravijo, da bo ura dvojčka, ki se odpelje z raketo v vesolje, zaradi njegove hitrosti tekla počasneje kot ura dvojčka na Zemlji. Poleg tega razlagalci ugotavljajo, da se bo dvojček v raketi staral počasneje od dvojčka na Zemlji. To po mnenju razlagalcev teorije relativnosti ugotavljata tako dvojček v raketi, kot dvojček na Zemlji.

Matematični model teorije relativnosti, dodatno osvetljen s primerom paradoksa dvojčkov pove, da dvojček v raketi vidi svojo uro teči počasneje od ure na Zemlji. Obratno sliko vidi dvojček na Zemlji. Svojo uro vidi teči hitreje od ure na raketi, sicer ne bi mogel ugotavljati, da se stara hitreje od dvojčka v raketi.

Kroženje elektrona okrog atoma

Urini mehanizmi so le pripomočki, ki nam olajšajo predstavo o poteku naravnih dogodkov. Za nas je hitrosti teka ur drugotnega pomena. Ure so navsezadnje le pripomočki za časovno orientacijo. V resnici nas zanima potek naravnih dogodkov, kako se poveča ali zmanjša hitrost ponavljanja nekega naravnega dogajanja.

Razmišljanje o času lahko celo poenostavim, če odmislim tako urne mehanizme kot pojem časa in se posvetim neposredno opazovanju dogodkov v naravi. Namesto ur na mirujoči in gibajoči plošči lahko opazujem na primer kroženje elektrona okrog atomskega jedra.

Opazovalca na Sliki 7.2 naj torej namesto ur opazujeta hitrosti oziroma frekvenco kroženja elektrona okrog atomskega jedra. Hitrejše kroženje elektrona okrog atomskega jedra vsekakor bolj prepričljivo določa hitrost poteka časa, kot hitrost tiktakanje ure.

Gibajoči opazovalec po teoriji relativnosti pri sebi zazna počasnejše kroženje elektronov okrog atomskega jedra, v primerjavi s kroženjem elektronov okrog atomskega jedra na lokaciji mirujočega opazovalca. Podobno opazi tudi mirujoči opazovalec. Opazi, da elektroni okrog atomskega jedra na njegovi lokaciji krožijo hitreje od kroženja elektronov na lokaciji gibajočega opazovalca.

Če bi elektrona v obeh sistemih opazovanja krožila okrog atomskega jedra z enako frekvenco, ne bi bilo smiselno govoriti o različnih hitrostih teka časa.

Neskladnost spremembe hitrosti teka časa

Ob tem razmišljanju pa naletimo na neskladje.

Hitrosti kroženja elektrona določajo snovne konstante. Če se hitrost kroženja elektrona okrog atomskega jedra s hitrostjo objekta spreminja, potem lastnosti kroženja elektrona ne določajo snovne konstante ampak spremenljivke, ki so odvisnosti od hitrosti gibanja opazovanega objekta.

Če se hitrosti rotiranja elektrona okrog jedra zaradi hitrosti opazovalcev ne spreminjajo, ne moremo govoriti o spremembi hitrosti poteka časa na opazovanem objektu.

Kot zaključek lahko izberem le eno od možnosti:

- Če se potek časa spreminja skladno s posebno teorijo relativnosti, to zahteva prekvalifikacijo snovnih konstant v spremenljivke, ki jim vrednost določa hitrost gibanja objekta. Druga možnost je, da
- Snovne konstante so konstante, na katere ne vpliva hitrost gibanja, kar pa izključuje možnost spremembe hitrosti poteka časa skladno s teorijo relativnosti.

V tem poglavju teorijo relativnosti zgolj omenjam za potrebe razmišljanja o času. Teorija relativnosti je obdelana v kasnejšem poglavju z naslovom '*Relativnost*'.

Gravitacijski rdeči zamik valovne dolžine

Ure in merjenje časa so torej le posredno pomagalo pri določanju trajanja nekega pojava. Kadar pa dolžino opazovanih pojavov lahko primerjamo neposredno na osnovi neposrednega opazovanja naravnih pojavov, brez ur in merjenja časa, je tako primerjanje pogostosti oziroma trajanja pojavov bolj nazorno in tudi bolj prepričljivo, kot posredno na osnovi urnih mehanizmov.

Primerjajmo torej pogostost prehoda valov skozi točki a in b na Sliki 7.1. Pogostost prehoda valov lahko primerjam tako, da opazovalec, ki se nahaja na primer v točki a, hkrati opazuje obe točki. Primerja pogostost oziroma število valov v točki a in v točki b. S tem primerja frekvenci EM valovanja v navedenih dveh točkah.

V točki a in b bi sicer lahko namestili tudi kvarčni uri, vendar podatka o teku teh ur ne rabimo za primerjanje frekvence EM valov v točkah a in b. V primeru neposrednega štetja in medsebojnega primerjanja števila valov, ki prehajajo skozi točki a in b na Sliki 7.1 pojma časa ne rabimo.

Podobno kot moramo za opazovanje hitrosti poteka časa imeti možnost opazovanja dveh ur hkrati, kot to prikazuje Slika 7.2, tako moramo tudi v primeru primerjanja frekvence EM valov, ki prehajajo skozi točki a in b, imeti možnost opazovanja obeh točk a in b iz iste lokacije.

Rezultat štetja

V našem primeru se ne bomo opredelili, ali opazovalec vidi enako pogostost prehajanja valov v obeh točkah ali ne. Ne bomo se opredelili, ali uri v točkah a in b, katerih hitrost teka na primer uravnava frekvenca EM valov v teh točkah, tečeta sinhrono ali asinhrono. Razmislili bomo o obeh možnostih, o opciji, ko opazovalec vidi enako pogostost prehajanja EM valov in o opciji, ko opazovalec vidi različno pogostost prehajanja EM valov skozi točki a in b.

Prva možnost je, da s strani EM valov krmiljeni uri tečeta različno hitro, asinhrono. V tem primeru opazovalec opaža, da v sektor med točkama a in b na Sliki 7.1 stalno vstopa več EM valov, kot jih iz sektorja izstopa. Če valovi vstopajo neprekinjeno, imamo na primer v eni uri velik presežek valov v področju med točkama a in b. Še večji presežek valov se nabere v enem dnevu ali enem tednu.

V tem primeru ni pojasnila, kam izginejo vsi ti valovi, ki so vstopili, niso pa izstopili iz sektorja med točkama a in b.

Druga možnost je, da opazovalec opaža, da v sektor vstopa ravno toliko valov, kot jih izstopa. To pomeni enako frekvenco EM valovanja na vhodu v sektor med točkama a in b na sliki 7.1, kot na izhodu iz sektorja. Ker v točki a izmerimo drugačno valovno dolžino kot v točki b, v obeh točkah pa izmerimo enako frekvenco, to po enačbi $c=f\cdot\lambda$ pomeni spremembo hitrosti svetlobe.

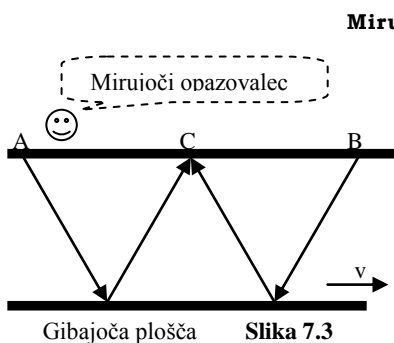
Prve možnosti, ki dovoljuje spremembo frekvence in s tem v vseh razmerah enako hitrost svetlobe ne znamo pojasniti, ne vemo kam

izginejo valovi, ki so vstopili v sektor med točkama a in b, iz njega pa niso izstopili. Druga možnost pa ne dovoljuje v vseh razmerah enake hitrosti svetlobe.

Preden zaključimo to poglavje poskusimo torej vprašanje hitrosti svetlobe in poteka časa razjasniti še na enem primeru.

Opazovanje dveh svetlobnih žarkov

Predstavo o poteku časa si skušam ilustrirati na še enem primeru. Slika 7.3 prikazuje kako mirujoči opazovalec opazuje dve sočasni EM valovanji, na primer svetlobna žarka, ki imata izvor na gornji plošči v točkah A in B in se po odboju od gibajoče spodnje plošče srečata v točki C. Spodnja plošča se giblje v desno.



Mirujoči opazovalec

Mirujoči opazovalec na gornji mirujoči plošči iz točke A in B proti spodnji plošči sočasno usmeri dva koherentna svetlobna žarka tako, da se po odboju od spodnje plošče vrmeta in srečata (interferirata) na gornji plošči v točki C.

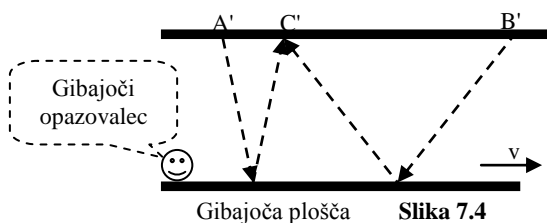
Žarka potujeta s hitrostjo c in oba v enakem času t opravita enako dolgi simetrični poti.

Gibajoči opazovalec

V nadaljevanju isti odboj opazuje tudi gibajoči opazovalec iz spodnje gibajoče plošče. Videnje odboja gibajočega opazovalca prikazuje Slika 7.4.

Gibajoči opazovalec, ki se na spodnji plošči skupaj s ploščo giblje v desno, bo žarka opažal na lokaciji $x=x-v.t$. Zamik žarka je posledica gibanja opazovalca, ki se giblje s hitrostjo ' v '.

Kje in kako se žarek v resnici giblje gibajoči opazovalec ne more videti, ker je žarek na poti neviden. O poti žarkov lahko sklepa na osnovi lokacije točk izvora žarkov A in B, kjer sta žarka začela svojo pot ter lokacije C, kjer sta žarka ustvarila interferenco.



Gibajoči opazovalec po teoriji relativnosti lahko zazna drugačno razdaljo med gibajočo in

mirujočo ploščo. Posledično bosta opazovalca žarek na y osi opazovala vsak v svojem merilu, kar ne vpliva na nadaljnje pojasnjevanje dogajanja žarkov med ploščama.

Tudi na Sliki 7.4 gibajočega opazovalca, enako kot na Sliki 7.3 mirujočega opazovalca, se žarka na koncu srečata na gornji plošči v točki C, kjer se ustvari interferenca. Njuno srečanje in interferenca se dogodi enako v obeh sistemih opazovanja.

Opisane zakonitosti odboja svetlobe na sliki 7.4 izkorišča industrijsko izdelan merilnik hitrosti traku LV-20Z ki je opisan na strani http://www.canon.com/optoelectro/5_Laser_Doppler/5-F.html

Čas preleta žarkov

Čas preleta žarkov iz točk A in B v točko C je za oba žarka enak tudi v sistemu opazovanja gibajočega opazovalca, sicer ne bi mogel ustvariti interference.

Na sliki 7.4 pa opažam:

- da se dolžini poti levega in desnega žarka med seboj razlikujeta ob hkratni ugotovitvi,
- da žarka tudi v projekciji gibajočega opazovalca svoji poti začneta sočasno in pot do cilja preletita v enakih časih.

Žarka v projekciji gibajočega opazovalca v istem času prepotujeta različno dolgi poti, kar ustvarja dvom o v vseh razmerah enaki hitrosti svetlobe.

Gibanja svetlobnih žarkov na sliki 7.4, ki imata sočasen izvor v točkah A in B ter interferenco v točki C ni možno pojasniti ob predpostavki v vseh razmerah enake hitrosti svetlobe.

Ne obstaja celo čista matematično-logična preslikava med diagramoma na Sliki 7.3 in Sliki 7.4, ki bi simetričen diagram mirujočega opazovalca na sliki 7.3. preslikala v simetrični diagram na sliki 7.4, kar zahteva v vseh razmerah enaka hitrost svetlobe.

Zaključek

Prikazana razhajanja zahtevajo, da namenimo pozornost ne le vprašanju v teoriji relativnosti opisane različne hitrosti teka časa pri velikih hitrostih ali v primeru potovanja žarka skozi gravitacijska polja, ampak tudi vprašanju v vseh razmerah enaki hitrosti svetlobe, ki je osnova Teoriji relativnosti.

Hitrosti svetlobe zato v celoti posvečam naslednje poglavje, s posebno pozornostjo metodam objektivnega merjenja hitrosti svetlobe iz gibajočega vira svetlobe.

Domov:

<http://www.anti-energija.com>

Naslednje poglavje

<http://www.anti-energija.com/svetloba.pdf>