



Gravitacija in čas

Kako gravitacija vpliva na tek časa

V vsakdanjem življenju se nam zdi popolnoma samoumevno, da ura v Ljubljani in ura na vrhu Triglava kažeta isti čas. Toda iz splošne teorije relativnosti sledi, da to ni res. **Gravitacija vpliva tudi na tek časa.**

V močnejšem gravitacijskem polju ura teče počasneje kot v šibkejšem. Tako bi natančna ura v dolini tekla nekoliko počasneje kot enaka ura na gori.

Učinek na Zemlji je zelo majhen. Na zemeljski površini velja

$$\frac{\Delta t}{t} \approx \frac{g \Delta h}{c^2},$$

kjer je g težni pospešek, Δh višinska razlika in c hitrost svetlobe. Za razliko v višini enega metra dobimo približno

$$\frac{\Delta t}{t} \approx 1.1 \times 10^{-16} \text{s}.$$

To pomeni, da bi ura, ki je samo en meter višje, v enem letu pridobila približno 3.5 nanosekunde. Z navadno uro tega seveda ne moremo opaziti, sodobne atomske ure pa so dovolj natančne, da takšne razlike lahko izmerimo.

Zakaj gravitacija vpliva na čas?

Po Newtonu je gravitacija sila, ki deluje med telesi. Razlaga, da telesa učinkujejo drugo na drugo s pomočjo gravitacije skozi prazen prostor, samemu Newtonu ni bila po godu. Vedel je, da to ni končni odgovor, vendar pa v tistem času ni bila mogoča drugačna razlaga.

Splošna teorija relativnosti pa pravi, da je gravitacija posledica dejstva, da masa in energija ukrivljata prostor-čas. Ura meri tako imenovani lastni čas po svoji poti skozi ta prostor-čas. Zato dve uri, ki sta na različnih višinah, lahko izmerita različna pretečena časa.

Pri tem nobena ura lokalno ne kaže nič nenavadnega. Človek, ki sedi v dolini, ne občuti, da njegov čas teče počasneje. Enako velja za človeka na gori. Razlika se pokaže šele, ko njuni uri primerjamo.

GPS in relativnost

To ni samo zanimiv laboratorijski pojav. Brez relativnosti ne bi pravilno deloval niti GPS.

Sateliti GPS so približno 20 000 kilometrov nad Zemljo, kjer je gravitacijsko polje šibkejše. Njihove ure zato zaradi splošne relativnosti tečejo hitreje kot ure na Zemlji. Zaradi velike orbitalne hitrosti pa posebna relativnost povzroči nasprotni učinek.

Gravitacijski učinek znaša približno $+45.7 \mu\text{s}/\text{dan}$,
učinek hitrosti pa $-7.2 \mu\text{s}/\text{dan}$.
Skupna razlika je približno $+38.5 \mu\text{s}/\text{dan}$.

To je zelo majhna razlika, vendar pri določanju položaja s svetlobno hitrostjo ni zanemarljiva. V eni mikrosekundi svetloba naredi približno 300 metrov. Brez relativističnih popravkov bi zato napaka GPS hitro narasla na kilometre.

Od Zemlje do črne luknje

Na Zemlji je gravitacijski vpliv na čas majhen, v bližini črne luknje pa postane dramatičen. V bližini dogodkovnega obzorja se glede na oddaljenega opazovalca čas ustavi.

Tako nas že zelo natančna ura na Zemlji opozarja na eno najglobljih spoznanj moderne fizike, da

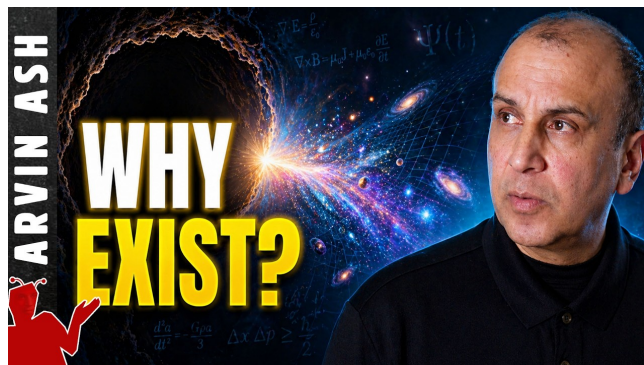
čas ne teče povsod v vesolju enako.

Gravitacija ne določa samo, kako se giblje svetloba in kako se gibljejo telesa, ampak

V A B I L O

Vabimo vas na redni mesečni sestanek Astronomskega društva Javornik, ki bo v torek 20. oktobra 2026 ob 18.00 uri. Sestanek bo potekal v prostorih Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani na Jadranski cesti 19 v predavalnici F3 (prvo nadstropje). Hkrati se bo sestanka mogoče udeležiti tudi daljavo prek povezave <https://private.vid.arnes.si/rxdq-4sdw-8qh7>.

Ogledali si bomo prispevek o tem, zakaj vesolje sploh obstaja, ter spoznali odgovore in hipoteze, ki so jih do zdaj predlagali znanstveniki in filozofi.



Prispevek najdete na povezavi: https://www.youtube.com/watch?v=xasKLz_ImUI

Vabljeni!

Bernard Ženko

Dodatne informacije o tem in preteklih predavanjih najdete na <http://www.adj.si/MesecniSestanki/>

določa tudi, koliko časa preteče med dvema dogodkoma.

Borut Jurčič Zlobec

Efemeride oktober 2026

(Efemeride si lahko ogledate tudi v reviji Življenje in tehnika.)

datum	Sonce		Luna		čas
	vzhod	zahod	vzhod	zahod	
01.10.	07:00	18:42	21:03	13:00	CEST
05.10.	07:05	18:35	00:36	16:19	CEST
10.10.	07:12	18:25	06:56	17:59	CEST
15.10.	07:19	18:16	12:40	20:30	CEST
20.10.	07:26	18:07	15:40	00:37	CEST
25.10.	06:32	16:59	16:15	05:37	CET
30.10.	06:40	16:51	20:07	11:59	CET

Planeti:

- ★ **Merkur** oktobra ni viden.
- ★ **Venera** oktobra ni vidna.
- ★ **Mars** na začetku meseca vzhaja okoli enih, konec meseca pa ob pol polnoči. Najdemo ga v ozvezdju Raka.
- ★ **Jupiter** v ozvezdju Leva sprva vzhaja nekaj pred tretjo, konec meseca pa je na nebu kmalu po polnoči.

★ **Saturn** je sprva viden vso noč, konec meseca pa zahaja okoli pol petih. Nahaja se v ozvezdju Rib.

★ **Uran** na začetku oktobra vzhaja okoli devetih, konec meseca pa je v ozvezdju Bika na nebu vso noč.

Časi, podani za konec meseca, že upoštevajo premik ure.

V noči s 24. na 25. oktober premaknemo kazalce za eno uro nazaj.

Urška Pajer

Napišite prispevek!

Mesečnik potrebuje prispevke. Zato pozivam vse, ki želite kaj objaviti, da mi po elektronski pošti pošljete svoj prispevek. Prispevki so lahko raznovrstni: poročilo o opazovanju, slika, risba, zanimiva astronomska novica, predstavitev domačega observatorija ali teleskopa, skratka – karkoli, kar bodo ostali člani društva z zanimanjem prebrali.

Aram Karalič

Javorniški Mesečnik izdaja Astronomsko društvo Javornik, Ljubljana / ISSN 1581-1379 / urednik Aram Karalič / izhaja v prvi polovici meseca / prejemajo ga brezplačno vsi člani Astronomskega društva Javornik / prispevke pošljite na naslov info@adj.si / **ROK ZA ODDAJO PRISPEVKOV JE 7. DAN V MESECU** / prispevkov praviloma ne lektoriramo / stavljeno v L^AT_EX