

A person is silhouetted against a vast, starry night sky. The Milky Way galaxy is visible, stretching across the frame with a vibrant pink and purple hue. The person stands on a dark, rocky outcrop, looking up at the stars. The overall scene is a mix of deep blues, purples, and oranges, creating a sense of wonder and vastness.

STARENJE: Zemlja vs. Svemir

Damir Preksavec, dipl. ing.
Centar odgoja i obrazovanja, Mali Lošinj

Svemir

A composite image of space. In the upper center, a bright yellow-green spiral galaxy is visible. In the lower left, a large planet with horizontal bands, resembling Jupiter, is shown. In the lower right, a planet with a ringed moon is depicted. The background is a dark blue space filled with numerous small white stars.

- čitav svijet što nas okružuje: prostor, vrijeme, materija, energija, planeti, zvijezde, galaktike, intergalaktički prostor i sve iza toga
- Nastao velikim praskom vruće i gusto zbijene materije-teorija Velikog praska
- Star 13,8 milijardi godina
- Sunčev sustav- dio svemira kojeg čine Sunce i 8 planeta uključujući i Zemlju

Zemlja

- Unutar galaksije Mliječna staza- jedna od više stotina milijardi galaksija unutar cijelog svemira
- Stara 4,5 milijardi godina
- Od njezina nastanka zbivaju se dvije evolucije- kemijska i biološka



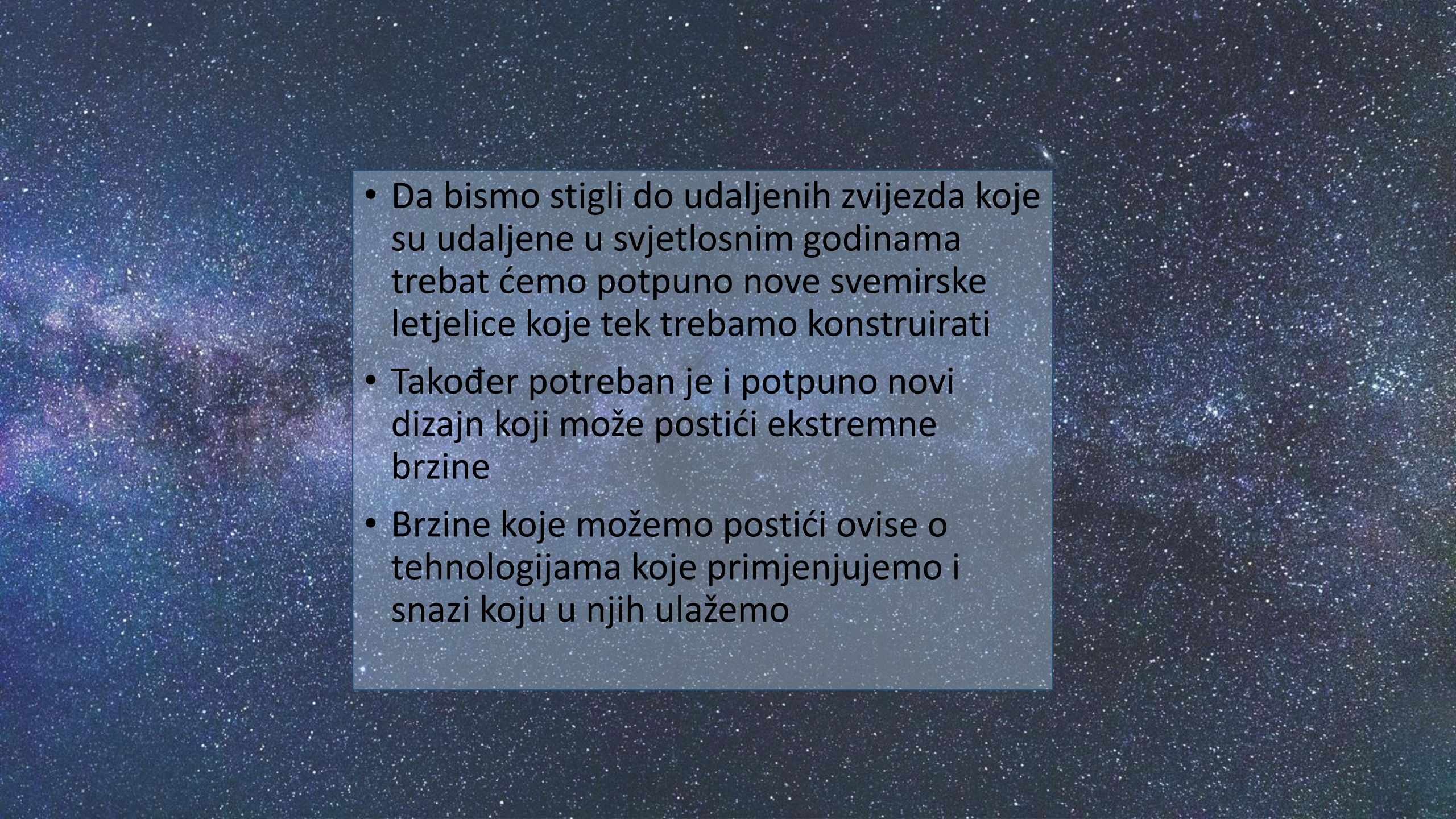
Što nam treba da bismo otišli u svemir kako bismo ga istražili?

Odgovor je:

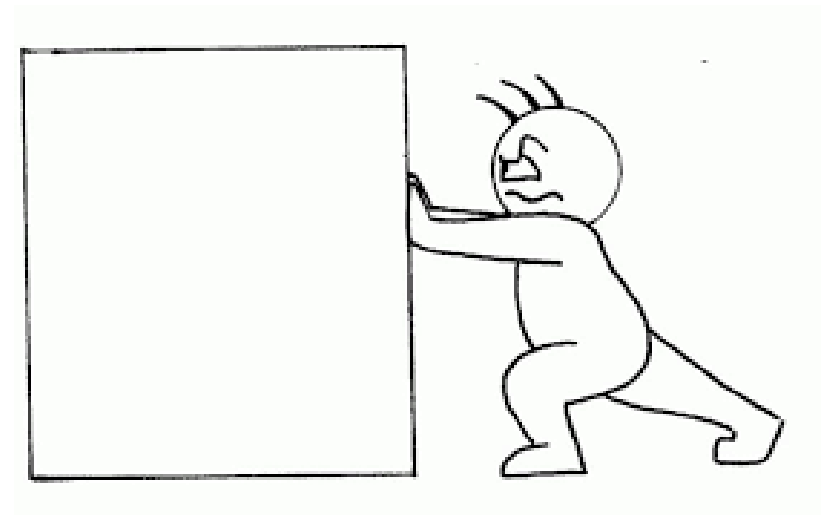
BRZINA

- Danas su velike udaljenosti toliko velike da ih mjerimo u svjetlosnim godinama

**Riječ je o udaljenosti koju
svjetlost prijeđe u godinu
dana gotovo 10 bilijuna km.**


- 
- Da bismo stigli do udaljenih zvijezda koje su udaljene u svjetlosnim godinama trebat ćemo potpuno nove svemirske letjelice koje tek trebamo konstruirati
 - Također potreban je i potpuno novi dizajn koji može postići ekstremne brzine
 - Brzine koje možemo postići ovise o tehnologijama koje primjenjujemo i snazi koju u njih ulažemo

- Snaga se mjeri u joulima- količini potrebnoj da se 100 grama podigne na visinu 1 metra suprotstavljajući se gravitaciji
- Metabolizam prosječne osobe u mirovanju proizvodi 100 J/s ili 100 W- jednako kao jedna žarulja
- Profesionalni trkač generira 1500 W
- Trkaći automobili postižu brzine i do 400 km/h uz pomoć motora koji pretvara potencijalnu energiju benzina oko 40 000 000 J/kg u kinetičku energiju




- Ograničenje autu je trenje
- Protiv trenja borimo se da odletimo u atmosferu i tamo postignemo brzine i do 10 puta veće od trkaćeg automobila



- 
- A large yellow and white rocket is shown launching from Earth, angled upwards. The rocket has a white nose cone with a NASA logo and a blue triangle. The main body is yellow, and the boosters are white. Two smaller white rockets are visible in the background, one above and one below the main rocket. The Earth's surface is visible at the bottom, and the sky is blue with white clouds. The background is a dark space with stars.
- Da bi se raketa popela u svemir divovska raketa mora postići 28 000 km/h
 - No što brže ide to više goriva sagorjeva i više ga mora ponijeti
 - Da bi raketa mogla poletjeti mora imati i do 16 puta veću masu goriva od nje same



- Od 60ih god. prošlog stoljeća raketama se služimo da bismo lansirali na tisuće satelita u telekomunikacijske i vojne svrhe za proučavanje zemlje i promatranje svemira
- Samo 1g fuzijskog goriva mogao bi proizvesti energiju 200 milijardi Joula

The background of the slide is a deep space scene. On the left, a large, reddish planet with a textured surface is partially visible. In the bottom right corner, there is a bright, glowing orange star. The rest of the background is a dark, starry field.

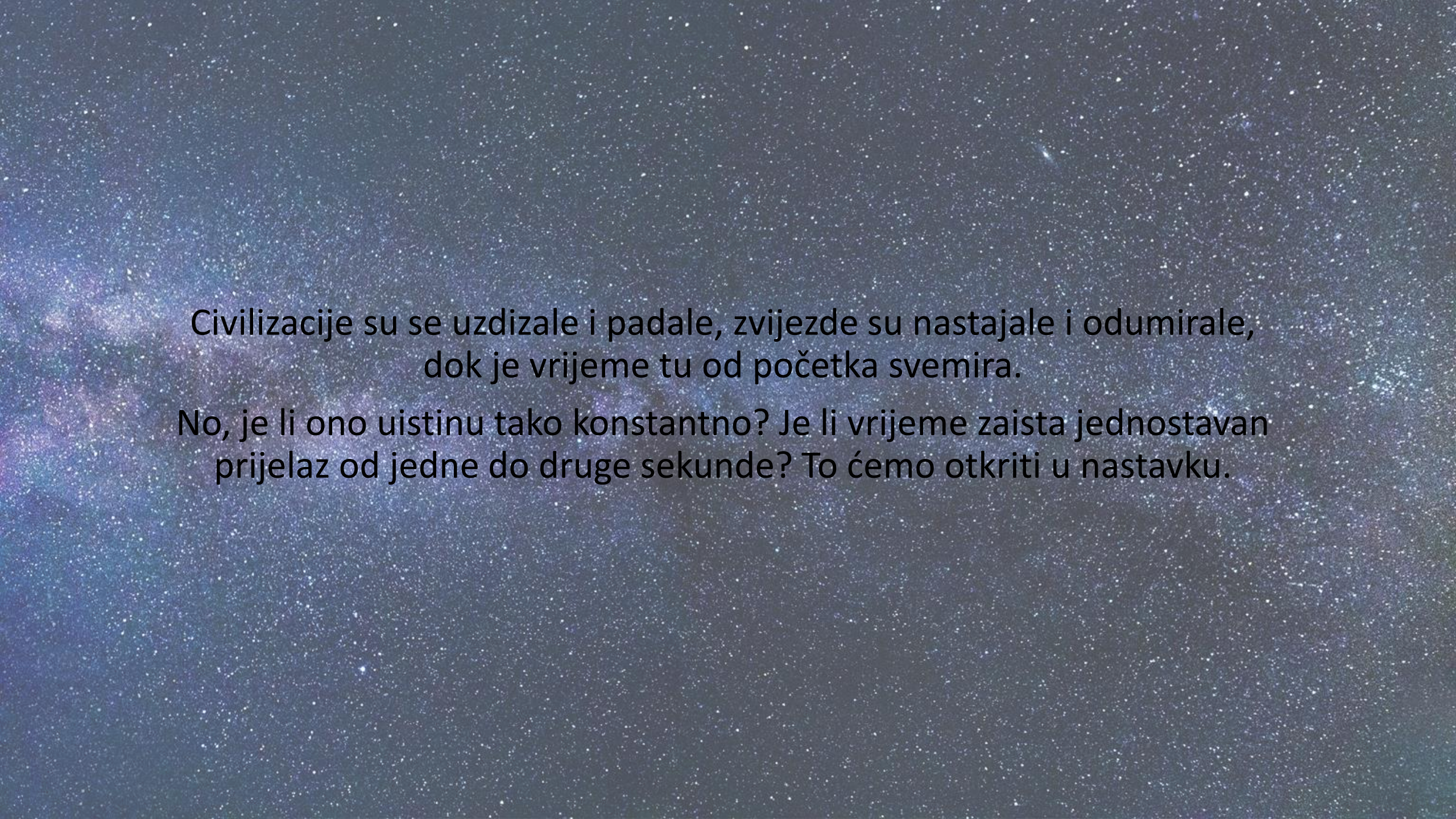
Tek sad kad smo naučili nešto o brzini svjetlosti možemo pokušati naći odgovor na naše početno pitanje:

KOJI JE ODNOS STARENJA NA ZEMLJI I U SVEMIRU?

Kako funkcionira vrijeme?

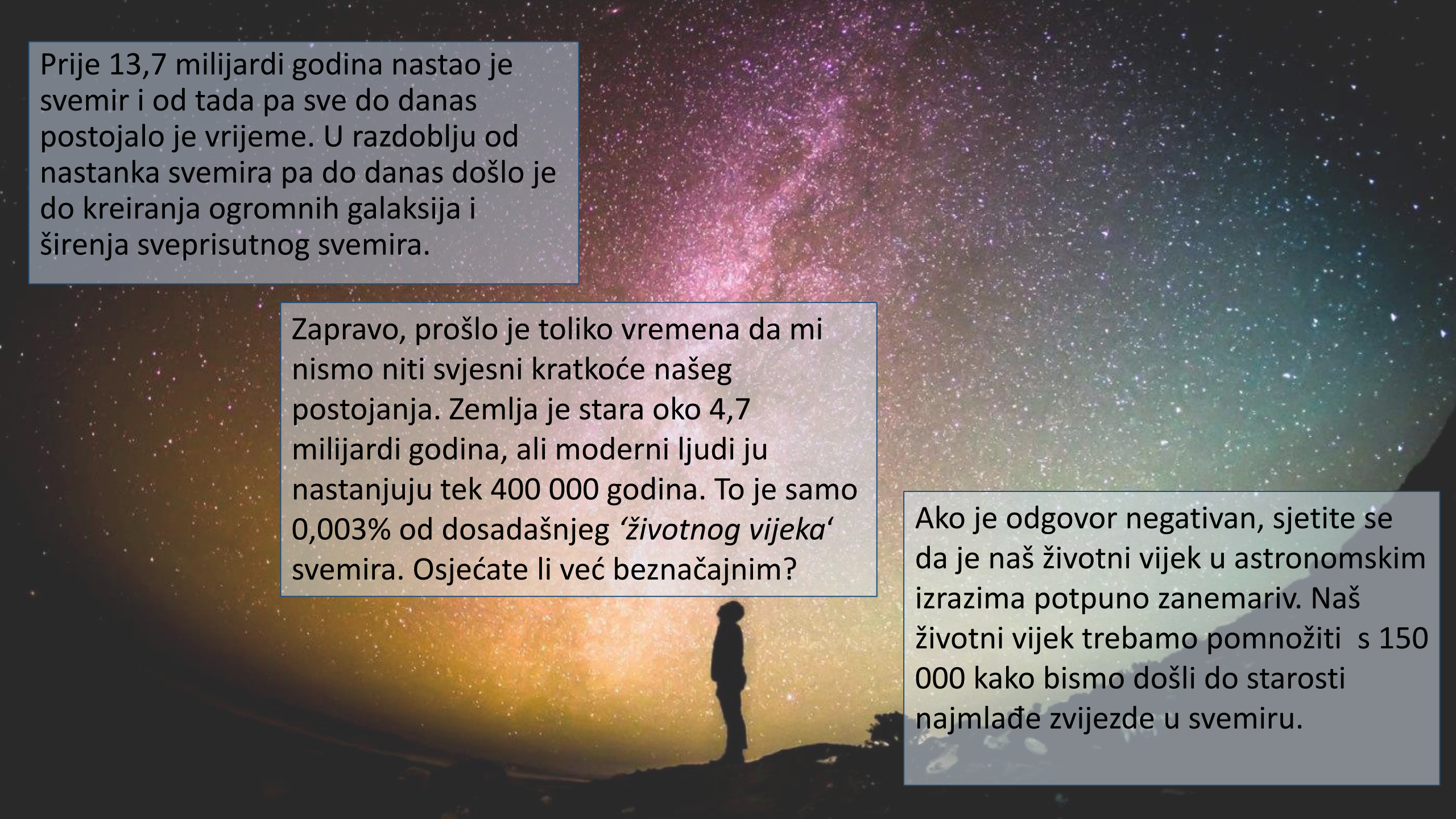
- Sekundu po sekundu, minutu po minut, vrijeme se kreće konstantno od početka svemira pa sve do danas
- Ono je učestalo i nepromijenjeno
- Vrijeme je svuda oko nas, vječno prisutno, te je ono osnova našega mjerenja života na Zemlji
- To je jedna konstanta koja održava svijet, Sunčev sustav, pa čak i svemir





Civilizacije su se uzdizale i padale, zvijezde su nastajale i odumirale,
dok je vrijeme tu od početka svemira.

No, je li ono uistinu tako konstantno? Je li vrijeme zaista jednostavan
prijelaz od jedne do druge sekunde? To ćemo otkriti u nastavku.



Prije 13,7 milijardi godina nastao je svemir i od tada pa sve do danas postojalo je vrijeme. U razdoblju od nastanka svemira pa do danas došlo je do kreiranja ogromnih galaksija i širenja sveprisutnog svemira.

Zapravo, prošlo je toliko vremena da mi nismo niti svjesni kratkoće našeg postojanja. Zemlja je stara oko 4,7 milijardi godina, ali moderni ljudi ju nastanjuju tek 400 000 godina. To je samo 0,003% od dosadašnjeg 'životnog vijeka' svemira. Osjećate li već beznačajnim?

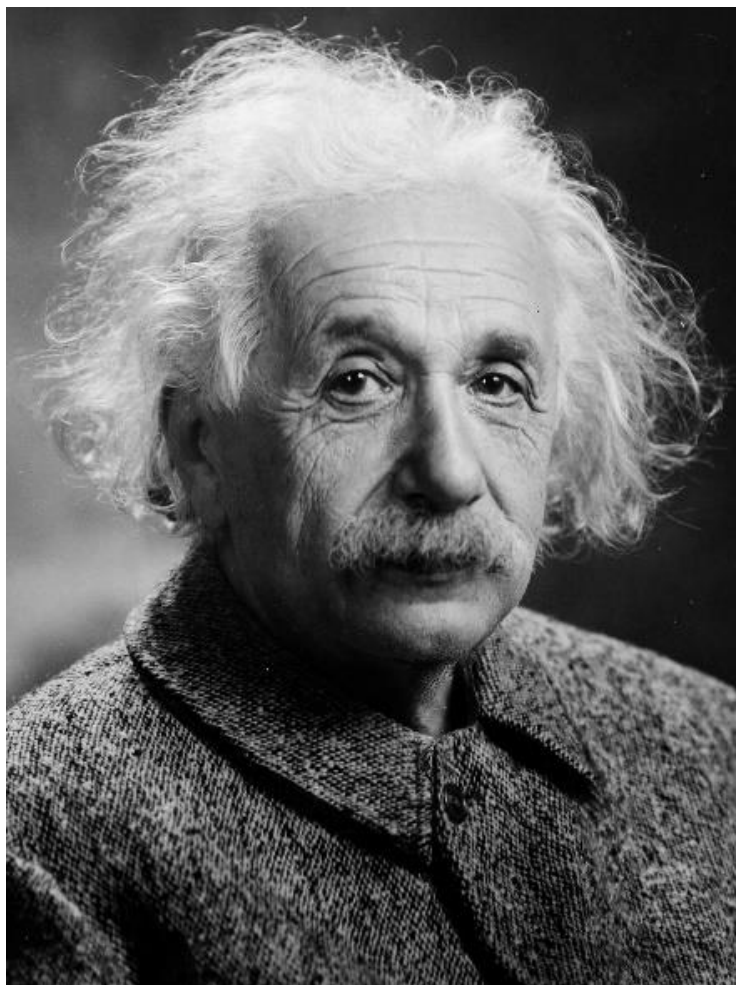
Ako je odgovor negativan, sjetite se da je naš životni vijek u astronomskim izrazima potpuno zanemariv. Naš životni vijek trebamo pomnožiti s 150 000 kako bismo došli do starosti najmlađe zvijezde u svemiru.

Što kaže Newton?

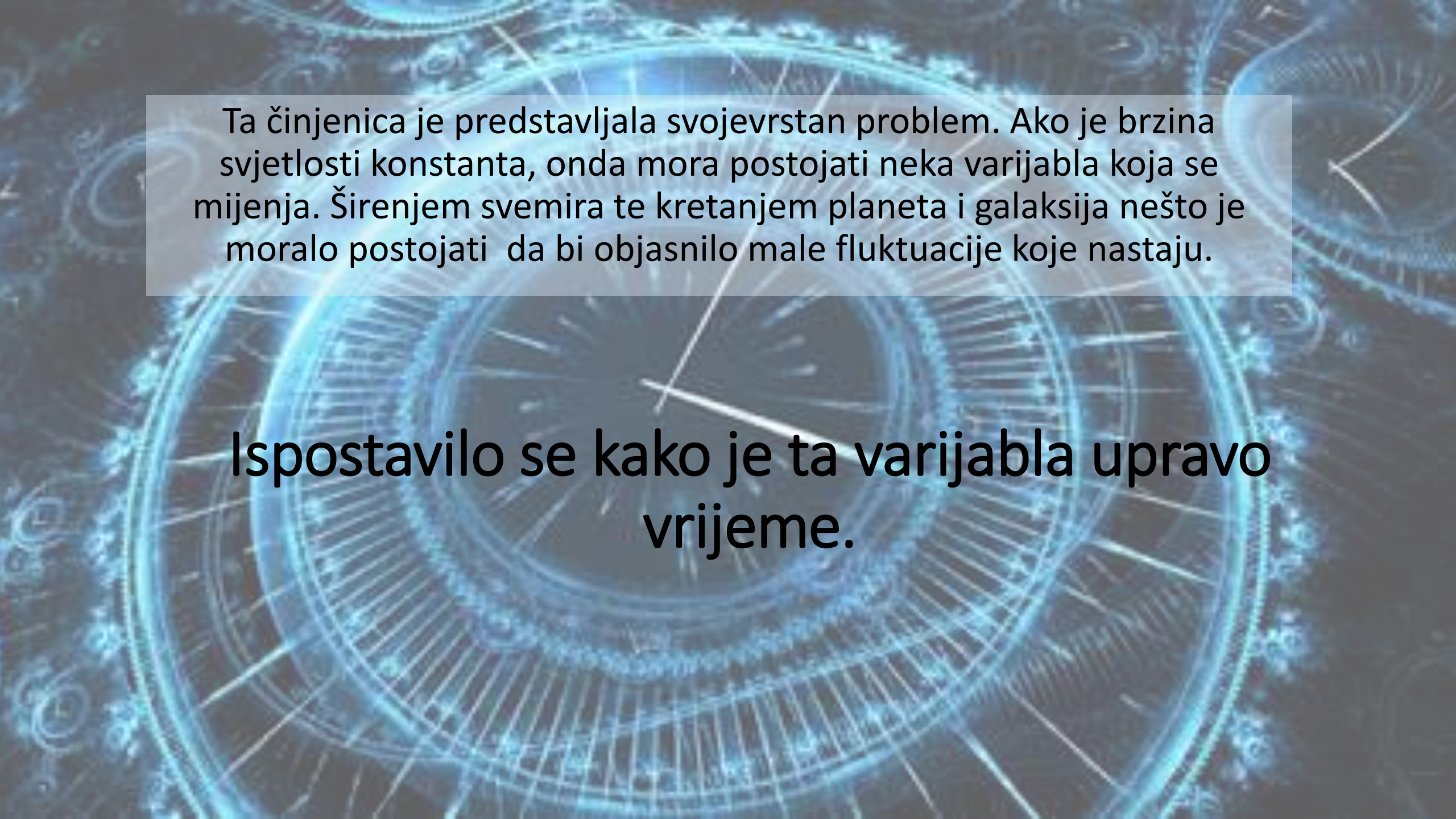
- U 17. stoljeću Newton je na vrijeme gledao kao na strijelu ispaljenu iz luka- ona putuje u ravnoj liniji i nikada ne odstupa od svoje putanje
- Jedna sekunda na Zemlji bila je ekvivalentna sekundi na Marsu, Jupiteru ili negdje u unutrašnjosti svemira
- Vjerovao je kako se apsolutno kretanje ne može otkriti, što znači kako ništa u svemiru nema konstantnu brzinu
- Pretpostavljao da ukoliko brzina svjetlosti varira, onda vrijeme mora biti konstantno
- Vrijeme se mora kretati od jedne do druge sekunde, bez variranja u dužini trajanja sekunde
- To zvuči logično i točno- ipak svaki dan ima 24 sata, ne postoje dani s 26 ili 22 sata.



Što kaže Einstein?



- 1905. Albert Einstein ustanovio je kako je brzina svjetlosti konstantna (okvirno njena brzina je 299 792 458 m/s)
- Predložio je kako je vrijeme nalik toku rijeke, oscilira i teče zbog učinaka gravitacije i prostor-vremena
- Vrijeme će ubrzati ili usporiti u blizini kozmoloških tijela s različitim masama i brzinama te zbog toga jedna sekunda na Zemlji neće trajati jednako dugo na drugim mjestima u svemiru.



Ta činjenica je predstavljala svojevrstan problem. Ako je brzina svjetlosti konstanta, onda mora postojati neka varijabla koja se mijenja. Širenjem svemira te kretanjem planeta i galaksija nešto je moralo postojati da bi objasnilo male fluktuacije koje nastaju.

Ispostavilo se kako je ta varijabla upravo vrijeme.

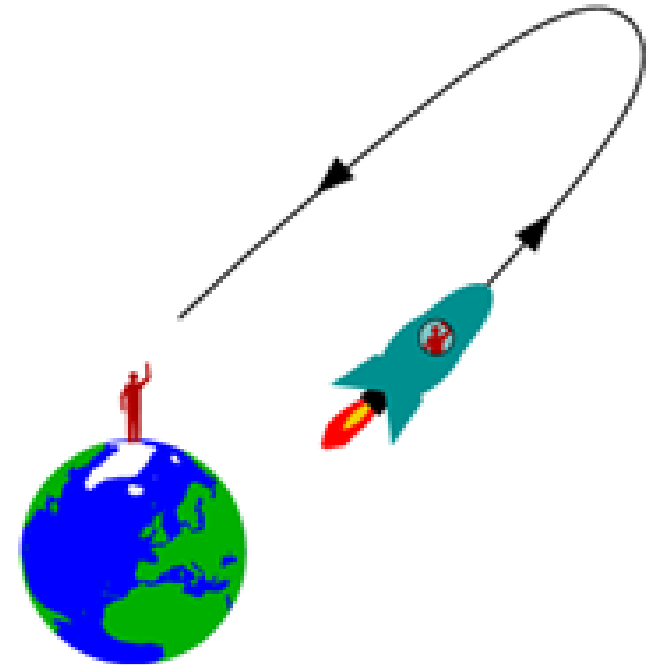
Einsteinova teorija pokazala se točnom u izračunima. Kako bi još jednom ispitali točnost Einsteinove specijalne teorije relativnosti 1971. su J.C.Hafele i Richard Keating ponijeli cezijske atomske satove i oko 40 sati s njima letjeli putničkim avionima.

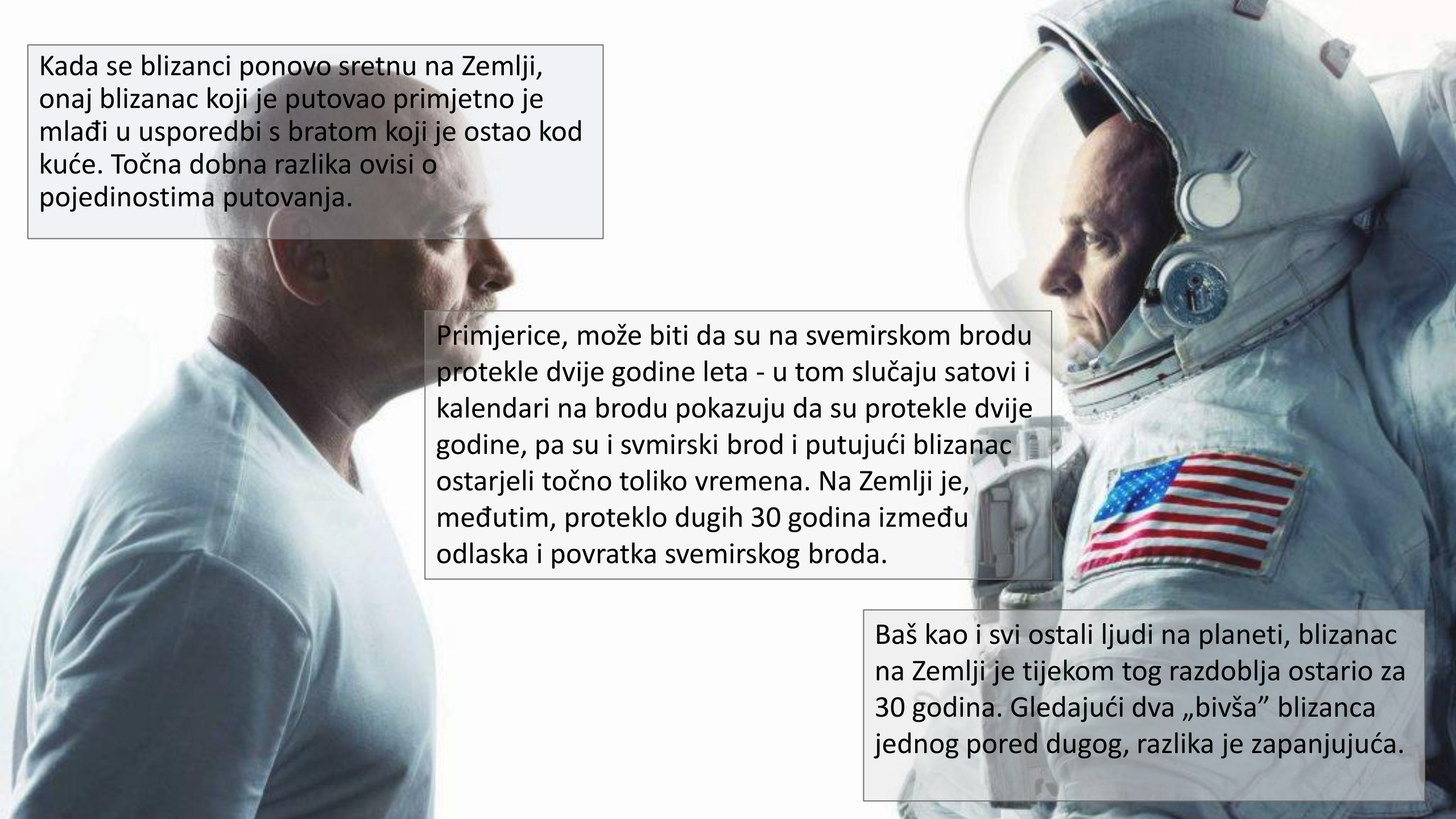


Specijalna teorija relativnosti tvrdi da bi ukupno proteklo vrijeme na pokretnim atomskim satovima trebalo biti manje od vremena na stacionim satovima, i to za nekoliko stotina milijardinki sekunde.

**Hafele i Keating pronašli su upravo to:
vrijeme se doista usporava na pokretnom satu.**

- U Einsteinovoj specijalnoj teoriji relativnosti ne postoji takva stvar kao što je "vrijeme" u jednini
- Vrijeme prolazi različito za različite promatrače, ovisno o gibanju promatrača.
- Izraziti primjer je onaj o dva hipotetska blizanca: Jedan od njih ostaje kod kuće na Zemlji, a drugi prije nego se vrati kući otputuje u svemir u ultra brznoj raketi, brzinom bliskoj brzini svjetlosti





Kada se blizanci ponovo sretnu na Zemlji, onaj blizanac koji je putovao primjetno je mlađi u usporedbi s bratom koji je ostao kod kuće. Točna dobna razlika ovisi o pojedinostima putovanja.

Primjerice, može biti da su na svemirskom brodu protekle dvije godine leta - u tom slučaju satovi i kalendari na brodu pokazuju da su protekle dvije godine, pa su i svemirski brod i putujući blizanac ostarjeli točno toliko vremena. Na Zemlji je, međutim, proteklo dugih 30 godina između odlaska i povratka svemirskog broda.

Baš kao i svi ostali ljudi na planeti, blizanac na Zemlji je tijekom tog razdoblja ostario za 30 godina. Gledajući dva „bivša“ blizanca jednog pored drugog, razlika je zapanjujuća.

„Problem blizanaca“

Sa stanovišta blizanca na Zemlji, razliku u starenju možemo objasniti pozivajući se na dilataciju vremena. On uključuje inercijalnog promatrača, primjerice promatrača na svemirskoj stanici koja lebdeći putuje kroz prazan svemir. Za takvog promatarača, specijalna relativnost predviđa slijedeće: Za sve satove koji se gibaju, promatrač će doći do zaključka da idu sporije od njegovog vlastitog sata.

Bez obzira je li to sat na drugoj svemirskoj stanici koja promiče pored njegove ili na raketi, u vremenu potrebnom da na promatračevom satu protekne jedna sekunda, na gibajućem satu će proteći manje vremena od sekunde. To usporavanje ne vrijedi samo za satove, nego za sve što se događa oko njega. Svi procesi koji se odvijaju na tim gibajućim objektima promatraču će izgledat usporeni.



- Karakteristično, postoje situacije gdje je dilatacija međusobna
- Primjerice, ako imamo dva promatrača koji putuju svemirom, svaki na svojoj svemirskoj stanici, i ako se te dvije stanice gibaju jedna u odnosu na drugu, tada se za svakog promatrača čini da vrijeme za drugu svemirsku stanicu teče sporije nego za njega

„Nije čudo da putujući blizanac manje ostari!”

Blizanac na Zemlji može se pozvati na dilataciju vremena: Gibajući satovi idu sporije, pa tako i satovi gibajućeg blizanca. Na tim sporijim gibajućim satovima, na cijelom svemirskom brodu prođe manje vremena nego na Zemlji.

Drugim riječima: kada se putujući blizanac vrati, bit će mlađi.

