

Tehtäviä: Suhteellisuusteoriaa

1. Neutronin elinikä laboratoriossa on $6,42 \cdot 10^2$ s. Mikä on neutronin elinikä laboratoriossa sellaisen havaitsijan mielestä, joka liikkuu nopeudella $2 \cdot 10^8$ m/s laboratorioon nähden.
2. Parvi Pi-mesoneja saapuu ilmakehään nopeudella $0,99c$. Minkä matkan ne ehtivät kulkea ennen hajoamistaan, kun keskimääräinen elinikä Pi-mesonille on $2,5 \cdot 10^{-8}$ s? Entä jos suhteellisuusteoriaa ei huomioida?
3. Kuinka suuri on 1-särmäisen kuution tilavuus, kun havaitsija lentää sitä kohti nopeudella v . Minkä muotoiselta kappale tällöin näyttää?
4. Kuinka kovaa on ajettava päin punaisia liikennevaloja, jotta punainen valo jonka aallonpituus on 650 nm näyttää vihreältä, jonka aallonpituus on 500 nm?
5. Yhdistäen valonnopeuteen jokin valonnopeutta pienempi nopeus, osoita että jäljelle jää edelleen valonnopeus.
6. Raketista, joka kulkee Maahan nähden nopeudella $0,8c$ ammutaan samaan suuntaan ohjus, jonka nopeus rakettiin nähden on $0,6c$. Mikä on ohjuksen nopeus Maahan nähden?
7. Virpin avaruusalus, joka on 230 metriä pitkä, ohittaa Matin suhteellisella nopeudella v . Matti mittaa ohitusajaksi $3,57 \mu\text{s}$.
 - (a) Millaisena Matti näkee aluksen?
 - (b) Mikä on avaruusaluksen nopeus Matin suhteen?
8. Kaksosparadoksi: Kaksosista Urpo jää maahan ja Turpo lähtee aluksella Maasta kohti Alfa Centauria, jonka etäisyys on 4 valovuotta. Turpo kulkee koko matkan tasaisella nopeudella $\frac{4}{5}c$. Oletetaan yksinkertaisuuden vuoksi, että kiihtyvyys on niin suuri, että lähtökiihdytykseen, käännökseen ja loppujarrutukseen käytetty aika voidaan jättää huomiotta.
 - (a) Kuinka kauan Urpon mielestä kuluu yhdensuuntaiseen matkaan?
 - (b) Kuinka kauan Turpon mielestä kuluu yhdensuuntaiseen matkaan?
 - (c) Mikä on kaksosten ikäero, kun he kohtaavat jälleen?
 - (d) Tarkastellaan Urpoa Turpon lepokoordinaatistossa juuri ennen, ja juuri käännöksen jälkeen. Kuinka paljon Urpo vanhenee käännöksen aikana?
9. Millä nopeudella kappaleen on liikuttava, että sen liikemassa olisi kaksi kertaa lepomassa.
10. Mikä energia protonille täytyy antaa hiukkaskiihdyttimessä, jotta sen nopeus olisi $0,8c$?

Vastauksia:

1. 862 s
2. 52,6 m, ilman suhteellisuusteoriaa 7,4 m
3. $V = l^3 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
4. $0,64c$
5. -
6. $0,95c$
7. $0,21c$
8. a) 5 a, b) 3 a, c) 4 a, d) 6.4 a
9. $0,87c$
10. 626 MeV