

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA och GÖTEBORGS UNIVERSITET

FUF045/FYP302 - Speciell Relativitetsteori. 2019-04-24

Examinator: Gabriele Ferretti rum: Soliden S3039
tel. 031-7723168, 0721582259 email: ferretti@chalmers.se

OBS: Nästa granskningstillfälle: 2019-05-24, 16:00-17:00 i Origo N6115

Hjälpmedel:

- Chalmersgodkänd miniräknare.
- Physics Handbook

Betygsgränser:

Del 1 innehåller 4 enkla uppgifter, varav man kan få 10 poäng/uppgift.

Del 2 innehåller 2 mer konceptuella uppgifter (också 10 poäng/uppgift).

För att nå godkänd nivå (3 eller G) räcker det att få sammanlagt 35 poäng när man lägger ihop bonuspoäng och poäng från Del 1.

För att få överbetyg måste man ha 35 poäng (bonus + Del 1) som ovan, samt följande antal poäng från Del 2: (CTH: 10-15: 4, 16-20: 5) (GU: 10-20: VG)

Del 1

1

När en vätska är i vila, är ljusets hastighet genom den $0.68 \times c$. Beräkna den relativa ökningen i ljusets hastighet när vätskan rör sig 10 m/s i samma riktning som ljuset.

2

En Z-boson sönderfaller i vila till en elektron och en positron, som är så lätta att de kan betraktas som masslösa i denna uppgiften. Elektronen har relativistisk 3-rörelsemängd $\mathbf{p} = (20, 41, 0)$ GeV. Beräkna massan för Z-bosonen i enheter av GeV.

3

Ett rymdskepp åker några gånger fram och tillbaka till stjärnan Proxima Centauri (avstånd från jorden 4.243 ljus-år) med 70% av ljusets hastigheten. Hur många gånger måste de resa fram och tillbaka för att åldersskillnaden mellan besättningen och folket på jorden inte ska öka mer än 11 år?

4

TVå fotoner, en med energi 3.2 GeV och en med energi 2.1 GeV rör sig längs x-axel i motsatt riktning. Bestäm hastigheten för masscentrum.

Del 2

A

Diskutera aberrationen av ljuset som kommer från en avlägsen stjärna. Beräkna huvudformeln och ge ett numeriskt exempel med en godtyckligt breddgrad. (Avståndet från Jorden till Solen är cirka 150 miljoner kilometer.)

B

Beskriv Maxwells ekvationer i 4-fyrdimensionell formalismen. Oroa dig inte för mycket om det blir ett teckenfel eller två i slutsvaret. Det som är viktigt är att du förklarar de viktigaste aspekterna av notationen.

$$1) \quad n = \frac{c}{u'} = \frac{1}{0.68} = 1.47$$

$$k = 1 - \frac{1}{n^2} = 0.537$$

$$u = u' + kv$$

$$\frac{\Delta u}{u'} = \frac{kv}{c/n} = 2.63 \times 10^{-8}$$

$$2) \quad P_{e^-}^\mu = (|P|, P) =$$

$$P_{e^+}^\mu = (|P|, -P) =$$

$$m_z^2 = (P_{e^+}^\mu + P_{e^-}^\mu)^2 = 4|P|^2$$

$$\Rightarrow m_z = 2|P| = 2 \sqrt{20^2 + u_1^2} \text{ GeV}$$

$$\approx 91 \text{ GeV.}$$

3) From Earth the trip takes

$$t = \frac{2 \times 4.246 \text{ yr} \times d}{0.7 c} = 12.13 \text{ yr.}$$

For the crew it takes

$$t' = \sqrt{1 - 0.7^2} \times 12.13 \text{ yr} = 8.663 \text{ yr.}$$

For every trip the gap is

$$t - t' = 3.467 \text{ yr.}$$

\Rightarrow At most 3 trips!

$$4) \quad P_1^\mu = (E_1, E_1, \infty) \quad P_2^\mu = (E_2, -E_2, \infty)$$

$$P_{\text{TOT}} = P_1^\mu + P_2^\mu = (E_1 + E_2, E_1 - E_2, \infty)$$

$$v_{\text{CM}} = \frac{E_1 - E_2}{E_1 + E_2} = 0.21 \quad (\times c)$$