

Examenvragen relativiteitstheorie

30 januari 2017

Disclaimer

Dit zijn de vragen zoals ik ze me herinner. Er kunnen dus fouten in zitten, ergens hoop ik dat het examen een boze droom was.

Theorie

Er waren zeer veel vragen, ik denk dat dit alles is:

- Geef de fysische afleiding voor $E = mc^2$.
- Gegeven de actie voor een Proca-veld (met extra term die de zelfinteractie beschrijft), leid de relativistische veldvergelijking af.
- Geef de definitie van de Einstein tensor $G_{\mu\nu}$ en leid, gegeven de Bianchi identiteit, $D^\mu G_{\mu\nu} = 0$ af.
- Geef het equivalentieprincipe en leid er de gravitationele roodverschuiving in een zwak zwaartekrachtveld mee af.
- Gegeven $g_{00} = (1 - R_S/r)$, geef de grootteorde van de Riemann krommingstensor op het aardoppervlak.
- Gegeven $h_{\mu\nu}$, wat is het fysisch effect van een gravitationele golf?
- Op populaire animaties van het LIGO-experiment is te zien dat de armen van de interferometer oscilleren. Is dit wat er echt gebeurt? Leg uit.
- BONUS: Brengt een gravitationele golf energie over? Zo ja, hoe zou je de energie-impuls tensor berekenen?

Oefeningen

De eerste oefening stond op 4 punten, de tweede op 6. Ik ben niet echt zeker van de bijvragen bij oefening 2.

Oefening 1

Een pion botst met een stilstaand neutron. Bij deze botsing ontstaat er een kaon en een lambda baryon. De massa's m_π , m_n , m_K en m_Λ zijn gekend. Wat is de minimale kinetische energie van het pion opdat het kaon onder een rechte hoek wegvliegt (dus $\vec{v}_\pi \perp \vec{v}_K$)?

Oefening 2

1. Toon aan dat de derde wet Kepler exact klopt voor een massief deeltje op een cirkelvormige baan buiten de Schwarzschild sfeer van een zwart gat. De derde wet van Kepler is gegeven als:

$$r^3 \omega^2 = \frac{c^2 R_S}{2}$$

Hier is $\omega = \frac{d\phi}{dt}$.

2. Hoe snel beweegt dit deeltje voor een stilstaande waarnemer die zich op dezelfde afstand r bevindt van het zwart gat?
3. Wat is de golflengte van een foton dat invalt op het zwart gat, gemeten door een waarnemer die beweegt op de cirkelvormige baan en gemeten door een waarnemer die stilstaat op die baan.