

Eksamen i Teoretisk fysikk IIIA (71545)

Fredag 15. januar 1971

kl. 9-16.

(Tillatte hjelpemidler: Regnestav og logaritmetabell).

I

Gitt et skalart felt ϕ med Lagrangetetthet

$$\mathcal{L} = -\frac{1}{2} \phi_{,\mu} \phi_{,\mu} .$$

Finn feltlikningen og den kanoniske energiimpulstensor, og vis at dreieimpulsvektoren \underline{M} er en konstant. Vis også at når feltet er sylinder-symmetrisk om x_1 -aksen så vil komponenten M_1 langs bevegelsesretningen være lik null.

Anta så at feltet er en monokromatisk plan bølge:

$$\phi = A \sin(\underline{k} \cdot \underline{r} - \omega t) ,$$

og vis at størrelsen av energiforplantningshastigheten er lik c .

II

a) Gitt de to Lagrangetetthetene

$$\mathcal{L} = -\frac{1}{2} A_{\mu,\nu} A_{\mu,\nu}$$

$$\mathcal{L}' = -\frac{1}{4} F_{\mu\nu} F_{\mu\nu} - \frac{1}{2} A_{\mu,\mu} A_{\nu,\nu} ,$$

hvor $F_{\mu\nu} = A_{\nu,\mu} - A_{\mu,\nu}$. Vis, ved å omforme differensen $(\mathcal{L} - \mathcal{L}')$, at \mathcal{L} og \mathcal{L}' er ekvivalente.

b) Vis at den romlige avstanden dl mellom to infinitesimalt atskilte punkter med konstante romkoordinater i et gravitasjonsfelt

er bestemt ved

$$dl^2 = \gamma_{jk} dx^j dx^k ,$$

hvor

$$\gamma_{jk} = g_{jk} - \frac{g_{j4}g_{k4}}{g_{44}} .$$

III

En skive roterer med konstant vinkelfrekvens ω i et inertialsystem I . Finn komponentene av den metriske tensor i det koordinatsystemet K som roterer sammen med skiven.

Et atom som befinner seg i ro på skiven i avstanden r fra rotasjonsaksen sender ut lys av egenfrekvens ν^0 forover i tangentialretningen. Finn lysfrekvensen (antall bølger emittert pr. enhet av koordinattid) i K . Finn også størrelsen av lyshastigheten i K i det øyeblikk lyset emitteres.