Inleiding en relevantie

Einsteins algemene relativiteitstheorie bevat een gecompliceerde set tensor operaties om oplossingen te bereiken die onafhankelijk zijn van het gekozen coördinatenstelsel. De auteurs willen u mee terugvoeren naar het moment waarop Einstein de tensor wiskunde aansloot op de reële natuurkunde, dit wordt beschreven in paragraaf 21 van zijn artikel "De basis van de algemene relativiteitstheorie" in de "Annalen der Physik 49" van 1916. Verrassend resultaat*: In de reële natuurkunde is de straal van een bol altijd groter dan zijn Schwarzschild straal*, met als gevolg: een zogenaamde "gebeurtenishorizon" bestaat niet.

We zullen kijken naar Einsteins zwaartekrachtpotentiaal zoals beschreven in paragraaf 21, formules (68) en (69). Vervolgens, op basis van de continuïteit van de zwaartekrachtpotentiaal zelf en van haar eerste afgeleide, zal de zwaartekrachtpotentiaal afgeleid worden *voor de binnenkant* van een bol van niet-samendrukbare vloeistof. We zullen dit resultaat vergelijken met het resultaat op basis van de Laplace operator zoals gedefinieerd door Einstein. Tot slot presenteren wij u de gerepareerde Schwarzschild oplossing, een oplossing die voldoet aan Noether's wetten van behoud van energie en impuls.

Einsteins zwaartekrachtpotentiaal en de Laplace operator

Einsteins zwaartekrachtpotentiaal buiten de bol "Φ_{out}" (= g_{44} nu genoemd g_{00}) en de Laplace operator ervan, zie paragraaf 21 formule (68) en (69), worden gegeven door:

$\Phi_{out} = 1 - 2G.M / c^2.r$	$r \geq R$	[ ]	potentiaal *buiten* de bol (g_{00})	(1)
$\Delta\Phi = 8\pi.G.\rho / c^2$	$r \geq R$	[m^{-2}]	Laplace operator (Einstein)	(2)

In deze formules is "G" de Newton constante, "M" de massa van de bol, "c" de invariante lichtsnelheid, "r" de afstand tot het massacentrum, "R" de straal van de bol en "ρ" de dichtheid van de directe omgeving (ρ = 0 buiten de bol). Wij zullen deze formules gebruiken om de potentiaal van de zwaartekracht "Φ_{in}" binnen een bol van niet-samendrukbare vloeistof te bepalen, *zonder toevlucht te moeten zoeken tot coördinaattransformaties*!

Einsteins zwaartekrachtpotentiaal binnen een bol

We zoeken naar een formule binnen een bol, waarbij de zwaartekrachtpotentiaal continu is in "r" en ook continu is in de eerste afgeleide naar "r" aan het oppervlak (om de Laplace operator te kunnen gebruiken). Tevens moet het minimum liggen bij r = 0. Dan krijgen we:

$\Phi_{in} = 1 - 3G.M / c^2.R + G.M.r^2 / c^2.R^3$	$r \leq R$	[ ]	potentiaal *binnen* de bol (g_{00})	(3)

Deze formule kan eenvoudig worden gecontroleerd met Einsteins Laplace operator (2):

$\Delta\Phi_{in} = 8\pi.G.\rho / c^2 = 6G.M / c^2.R^3$	$r \leq R$	[m^{-2}]	Laplace-operator van "Φ_{in}"

Met andere woorden, de formules (1) en (3) beschrijven de zwaartekrachtpotentiaal voor elke "r", die consistent is met formule (2) en is *verkregen zonder enige coördinaattransformatie!*

Uitwerking en consequenties

Deze formule heeft een aantal gevolgen die kunnen worden gecontroleerd. Laten we kijken naar Einsteins vergelijkingen voor een statische situatie (dx, dy en dz zijn nul), ook wel genoemd een "time-like solution":

$ds^2 = c^2.dt_0^2 = g_{00}.c^2.dt_\infty^2 = \Phi.c^2.dt_\infty^2$ $[m_0^2]$ time-like solution (4)

In deze vergelijking is "ds" het lijnelement, "dt_0" het propere tijdsverschil gemeten door een propere waarnemer, "g_{00}" een element van de covariante metrische tensor (= Φ), en "dt_∞" het tijdsverschil zoals van veraf gemeten. Wanneer wij de vierkantswortel van "g_{00}" of "Φ" de zwaartekracht-factor "σ" noemen, krijgen we:

$dt_0 = \sigma.dt_\infty$ $[s_0]$ gedrag van klokken (5)

Het gedrag van klokken op en boven de aarde werd al bevestigd door experimenten (Hafele-Keating e.a.). Echter, gebaseerd op de oplossing van Shapiro ($dt_\infty = dt / \sigma^2$) en een invariante lichtsnelheid in alle richtingen (speciale relativiteitstheorie, formule van Minkowski, en het Michelson-Morley experiment), krijgen we een gerepareerde Schwarzschild oplossing:

$dt_0 = \sigma.dt_\infty / \gamma = dt / \sigma.\gamma$ $[s_0]$ gerepareerde Schwarzschild oplossing (6)
$E = m.c^2 = \sigma.\gamma.m_0.c^2$ [J] gerepareerde Schwarzschild oplossing (7)

Deze gerepareerde Schwarzschild oplossing is nu wel in overeenstemming met Noethers behoudswetten van energie en impuls. Hiermee zijn we in staat de kerntemperatuur van de zon en planeten en de ontsnappingssnelheid van iedere planeet op elke willekeurige locatie te berekenen. Het stelt ons tevens in staat om cesium klokken op aarde te synchroniseren.

Ten slotte, kijkend naar formule (3), kunnen we stellen dat de straal van iedere bol altijd groter is dan 1,5 maal de Schwarzschild straal "R_S" (= $2G.M / c^2$), op basis van een "Φ_{in}" groter dan nul. Want klokken blijven tikken in het centrum waar "r" gelijk is aan nul, zie formule (5). Dit betekent dat er geen zogenaamde "gebeurtenishorizon" bestaat in de natuurkunde. De hoge kerntemperatuur van een zwart gat geeft altijd voldoende tegendruk om instorten van de bol te voorkomen, ook al is de neutronendegeneratiedruk al overwonnen. De bosonen en fotonen in de kern vormen altijd voldoende tegendruk, dankzij het uitsluitingsprincipe van Pauli.

Meer informatie?

Drie boeken op www.loop-doctor.nl beschrijven de reparatie van Einsteins relativiteit met Noethers theorema in detail. Wij hopen dat u even veel "aha" ervaringen zult beleven als wij,

Rob Roodenburg (MSc. auteur)
Maarten Palthe (MSc. redacteur en vertaler)

Schiedam,
maart 2018