

Ruimtetelescoop kijkt
miljarden jaren terug

Op zoek naar het eerste licht

Waar komen we vandaan? Waar gaan we naartoe? Het lijken diep filosofische vragen, maar voor ESA's nieuwe ruimtetelescoop Planck is het keiharde wetenschap. Planck gaat terug in de tijd, op zoek naar de toekomst... van het heelal! Tekst Sander Koenen



Gemiddeld is het in de ruimte -270,4 graden. Dat had de Zweedse astronoom Anders Celsius vast niet gedacht toen hij zijn temperatuurschaal in de achttiende eeuw bedacht.

Planck is zo'n ruimtemissie die je voorstellingsvermogen te boven gaat. Het is een extreme vrieskist die anderhalf miljoen kilometer van de aarde op zoek gaat naar minieme temperatuurverschillen in veertien miljard jaar oud licht. En alsof dat nog niet genoeg is, moet het resultaat van deze hachelijke onderneming ons iets vertellen over de toekomst van het heelal. Voer voor amateur-astronomen en raswetenschappers, zou je denken. Maar met een beetje zinsontleding komt ook de leek een heel eind. We openen met 'veertien miljard jaar oud licht'. Om en nabij, want

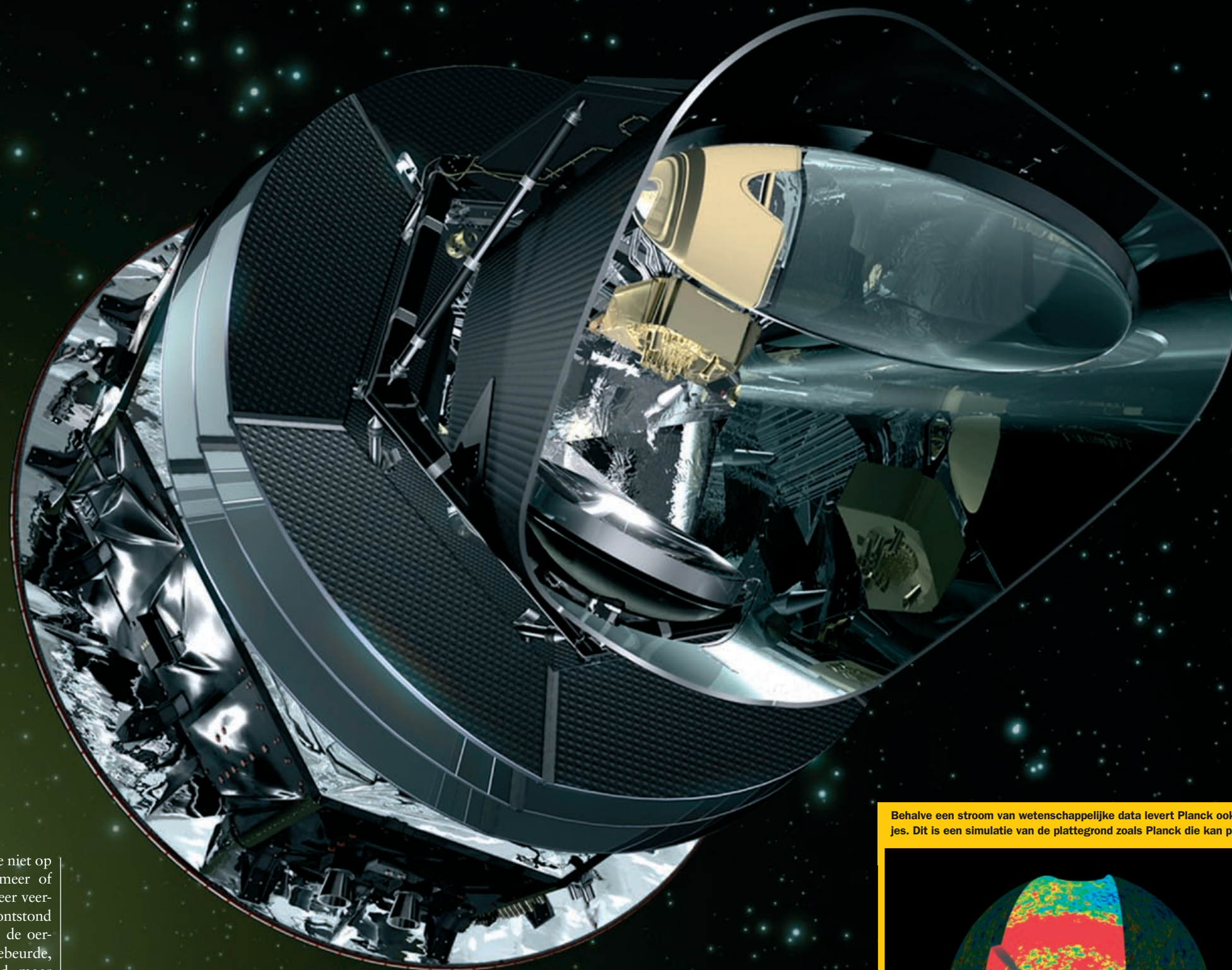
met zulke getallen hoef je niet op een paar miljoen jaar meer of minder te kijken. Ongeveer veertien miljard jaar geleden ontstond het heelal met een knal, de oerknal. Wat er precies gebeurde, weet nog steeds niemand, maar heftig was het zeker. Sneller dan iemand met zijn ogen kan knippen, veranderde de 'singulariteit' (nagenoeg niets) ineens in een bloedheet heelal met enorme potentie. Drie minuten later was 98 procent van alle materie die we vandaag de dag in het heelal vinden al aanwezig. De trein die evolutie heet, reed in volle vaart en was niet meer te stoppen.

MISTWOLK

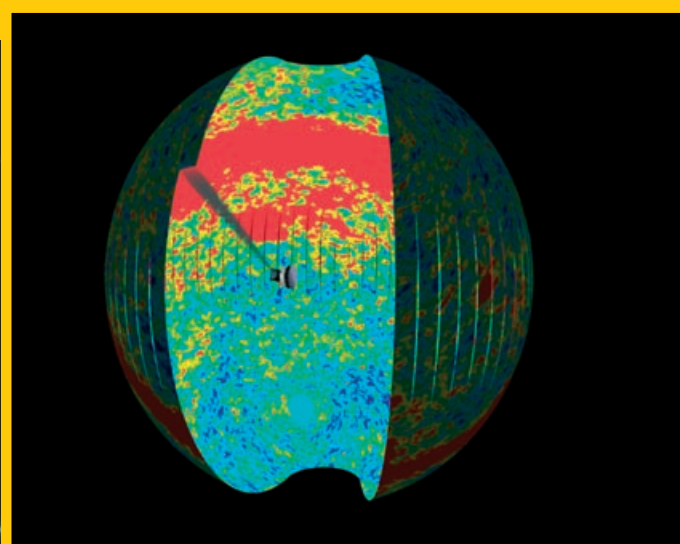
In de vroege jaren van het heelal waren materie en licht bovenop elkaar gepakt. "Net een dichte mistwolk, waar je met de auto doorheen rijdt," zegt Planck-projectwetenschapper Jan Tauber. "Het licht van je koplampen kan maar een klein stukje reizen,

voordat het verstrooid wordt door de waterdruppels van de wolk." Jammer voor astronomen, want zonder 'ontsnapt' licht is er helemaal niets te zien en dus ook geen oerknal. In de 300.000 jaar die volgde, zette de mistwolk met ongekende snelheid uit en koelde hij af van tien miljard graden Cel-

sus naar een magere 2700 graden, de oppervlaktetemperatuur van een koude ster. Eindelijk was het heelal koud genoeg voor licht om te ontsnappen aan de materie en voorgoed vrij rond te reizen door de ruimte. Ook daarna bleef het heelal uitdijen en afkoelen. Na één miljard



Behalve een stroom van wetenschappelijke data levert Planck ook mooie plaatjes. Dit is een simulatie van de plattegrond zoals Planck die kan produceren.



Deze telescoop gaat misschien wel dé grote existentiële vragen beantwoorden: wat veroorzaakte de oerknal? Wanneer was die precies? En welke materie vinden we allemaal om ons heen in het heelal?

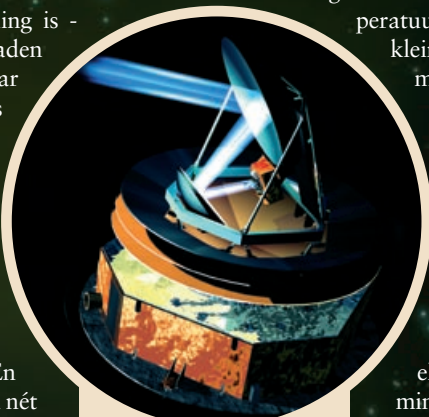
jaar was het vijf keer kleiner dan nu en vol met sterren en sterrenstelsels die waren ontstaan uit grote, dichte gas- en stofwolken. Nog eens acht miljard jaar later ontstond onze zon uit zo'n zelfde gaswolk. Het 'afval' dat hierbij vrijkwam, klonterde aan elkaar tot planetoïden, kometen en acht planeten, waaronder onze eigen aarde.

STERRENZAADJES

Inmiddels schrijven we veertien miljard jaar na de oerknal. De aarde is bevolkt, de mens loopt rechtop en het heelal is afgekoeld tot een magere -270,4 graden, nét iets boven het 'absolute nulpunt' van -273,15 graden Celsius (0 graden Kelvin). Al die tijd – zelfs tot vandaag de dag – is het ontsnapte licht door het heelal blijven reizen. Alleen is het door de uitdijning en afkoeling van het heelal wel een beetje van gedaante veranderd. In plaats van warm zichtbaar licht bestaat de zogenaamde kosmische achtergrondstraling nu uit ijskoude microgolven. We vinden het overal om ons heen. Om het te 'zien' heb je speciale, supergevoelige meetapparatuur nodig. De ruimtetelescoop Planck heeft die meetapparatuur aan boord (zie kader: De ogen van Planck).

Met de kosmische achtergrondstraling duidelijk op het netvlies zijn we aangekomen bij het zins-

deel 'minieme temperatuursverschillen'. De gemiddelde temperatuur van kosmische achtergrondstraling is -270,4 graden Celsius. Maar niet overal is die temperatuur gelijk. In 1992 ontdekte de NASA-satelliet COBE al kleine afwijkingen. En laten dat nou nét de afwijkingen zijn die iets vertellen over de ontstaansgeschiedenis van ons heelal, zegt Tauber: "In de gebieden met een afwijkende temperatuur was materie aanwezig met meer aantrekkingskracht: de zaadjes voor de geboorte van ster-



Door de extreme kou vervormen de spiegels, wat waarnemingen onscherp of zelfs onbruikbaar kan maken. Daarom is de telescoop met een opzettelijke afwijking gebouwd.

ren en sterrenstelsels." Planck zoekt in de kosmische achtergrondstraling naar temperatuurvariaties kleiner dan een miljoenste graad. Dat is onmogelijk met instrumenten op kamertemperatuur. Ze zouden met hun warmte elke waarneming verstoren. Daarom is de ruimtetelescoop een 'extreme vrieskist', met als koudste stand een ijszeggende -273,05 graden Celsius. Een continue stroom van vloeibare waterstof loopt vanuit de servicemodule langs de meetinstrumenten om die te koelen tot

-253 graden. Het laatste stukje komt voor rekening van een koelsysteem dat draait op helium. Aan boord is genoeg koelvloeistof voor minimaal 15 maanden observatietijd, precies genoeg om de kosmische achtergrondstraling vanuit alle kanten twee keer in kaart te brengen.

RUIS

Laatste zin: anderhalf miljoen kilometer van de aarde. Dat is alleen omdat het écht niet anders kan. Probeer vanaf de aarde maar eens te zoeken naar de kleinste verschillen in een heel specifiek soort microgolfstraling, terwijl je er van alle kanten mee gebombardeerd wordt. Onze eigen zon zendt het uit, we gebruiken het om tv-zenders door te geven en alle mobiele telefoons werken met microgolven die bijna exact overeenkomen met kosmische achtergrondstraling. Daarom reist Planck vier maanden door de ruimte naar het Lagrange-2 punt,

Toevalstreffer

De ontdekking van kosmische achtergrondstraling was zoals zoveel ontdekkingen een ongeluk. Twee jonge astronomen, Arno Penzias en Robert Wilson, deden in de jaren zestig onderzoek met de schotelantenne van de Bell-laboratoria in New Jersey. Ze werden gek van de achtergrondruis die elke waarneming verstoort. Het kwam constant van alle kanten en was niet toe te schrijven aan één bepaalde stralingsbron.

Een jaar lang probeerden Penzias en Wilson de straling weg te krijgen door instrumenten te herbouwen, duct tape over de naden van de schotel te plakken en zelfs vogelpoep te verwijderen. Toen niets bleek te werken, gingen de twee te rade bij astronoom Robert Dicke, die aan Princeton University juist op zoek was naar de achtergrondstraling die de twee wilden wegpoetsen. Dicke wist dat de straling het overblijfsel was van de oerknal, miljarden jaren afgekoeld en uitgerekt, zodat het zich nu in microgolven aan ons openbaart. Hij had het bewijs alleen nog niet gevonden. Dickes theorie die ons beeld van het heelal voorgoed veranderde, werd beloond met een bedankje - geluksvogels Penzias en Wilson kregen voor hun toevalstreffer de Nobelprijs voor de natuurkunde.



De zoektocht naar kosmische achtergrondstraling is niet een kwestie van wáár, maar van wanneer. Planck scant de hemel af naar licht dat veertien miljard jaar door de ruimte heeft gereisd met een constante lichtsnelheid van 300.000 kilometer per seconde (ruim één miljard kilometer per uur). Planck is een tijdmachine die reconstrueert hoe het heelal er in zijn jeugd uit zag.

Satelliet aan het spit

Zoals elke satelliet moet ook Planck door en door getest worden voordat hij in 2008 in een raket naar de ruimte geschoten wordt. Testleiders kijken met een akoestische kamer en een triltafel of de elektronica is opgewassen tegen het geluid en de trillingen die vrijkomen bij de lancering. Vervolgens wordt alle elektrische apparatuur getest in een straling absorberende kamer. Tot slot gaat de satelliet als een varken aan het spit in een grote ruimtesimulator. Daar wordt gekeken of hij kan werken in een vacuüm waar het in de zon 150 graden boven nul kan zijn en in de schaduw 150 graden kan vriezen. Bij Planck worden de duimschroeven nog strakker aangedraaid. In de ruimte wordt de telescoop gekoeld tot ver onder het vriespunt. Door extreme kou vervormen de spiegels, wat de waarnemingen onscherp of zelfs onbruikbaar kan maken. "We moeten de telescoop met een opzettelijke afwijking bouwen, zodat hij in de ruimte precies de juiste vorm krijgt om waarnemingen te kunnen doen," aldus Thomas Passvogel, projectmanager van Planck. "De telescoop ondergaat zes tests. Drie zijn al gedaan, de vierde volgt binnenkort, de vijfde is vlak voor de lancering. De zesde test is de belangrijkste: zijn missie in de ruimte."

een plekje anderhalf miljoen kilometer van de aarde waar de satelliet nauwelijks gestoord wordt door straling van de aarde, de maan en de zon. Zelfs op deze parkeerplaats ver buiten onze multimediale maatschappij moet Planck rekening houden met ruis. De zon is gemakkelijk te blokken, in dit geval met een zonnepaneel dat tegelijkertijd de telescoop van stroom voorziet. Sterrenstelsels raak je minder gemakkelijk kwijt. Geluk-

stelsel. Omdat de instrumenten ook hier geen onderscheid kunnen maken tussen de kosmische achtergrondstraling en de microgolfstraling van al die miljarden sterren, zou het zijn alsof je zoekt naar iemand die vanaf de zon met een zaklamp naar je schijnt...

DONKERE ENERGIE

Ruim tien jaar van ontwikkelen, bouwen, bijschaven, testen en waarnemen met Planck resulteert

De ogen van Planck

Ruimtetelescoop Planck heeft twee meetinstrumenten aan boord om de kosmische achtergrondstraling in kaart te brengen. Het hoge frequentie instrument (HFI) verzamelt licht met behulp van een soort trechter. In het verzamelpunt zit een bolometer, een thermometer die de energie van het verzamelde licht meet. Het gaat om de allerkleinste variaties in temperatuur. Daarom wordt de bolometer zelf gekoeld tot een tiende boven het absolute nulpunt (-273,05 graden Celsius). Het lage frequentie instrument (LFI) bestaat uit 22 nauwkeurig afgestemde radio-ontvangers die gekoeld zijn tot -253 graden. De ontvangers werken ongeveer als een transistorradio, alleen geven ze het verzamelde en versterkte signaal niet door aan een speaker, maar aan een apparaat dat de energie van de straling meet.

schien geven ze iets weg van het antwoord op de grote astronomische vragen. Wat veroorzaakte de oerknal? Wanneer was die pre-

heelal blijft altijd uitdijen, of het krimpt weer in elkaar en eindigt in een big crunch. Vier jaar geleden vonden we aanwijzingen dat het heelal niet alleen uitdijt, maar ook steeds sneller uitdijt. Misschien is er iets dat dingen wegduwt, een soort antizwaartekracht. Planck kan ons meer vertellen over dit raadsel door één essentiële vraag te beantwoorden: waaruit bestaat ons heelal?" ●

Op zoek naar de geboorte van sterrenstelsels

kig staan ze ver weg en zijn ze heel klein. Ze worden simpelweg gewist uit de waarnemingen, net als de band van straling die veroorzaakt wordt door ons eigen ster-

in 2010 in een nauwkeurige plattegrond van kosmische achtergrondstraling. Missie geslaagd? Integendeel. Pas als die plattegrond klaar is, kunnen astronomen aan het werk. Als detectives zoeken ze naar aanwijzingen in de temperatuurvariaties, de prenatale vingerafdrukken van de allereerste sterrenstelsels. Mis-

cies? En welke materie vinden we allemaal om ons heen in het heelal? Tauber hoopt met 'zijn' ruimtetelescoop vooral het mysterie rond donkere energie te kunnen ontrafelen. "Tien jaar geleden wisten we niet dat donkere energie bestaat. Toen was ons beeld van de toekomst heel eenvoudig: het

Feiten en cijfers

600.000.000

euro kost de ontwikkeling en bouw van de ruimtemissie Planck.

100.000.000.000

graden was de temperatuur van het heelal, één seconde na de oerknal.

1.000.000.000

jaar na de oerknal bestonden er al sterren en sterrenstelsels.

150 x 1021

kilometer ver weg ligt de grens van het waarneembare heelal.



Test

Trek de kabel uit je televisie en geniet van de show. Een derde van de 'sneeuw' die je ziet, wordt veroorzaakt door de vingerafdruk van de oerknal: kosmische achtergrondstraling.

Meer info

www.esa.int/esaSC/120398_index_0_m.html

Alles over de Planck-missie, o.a. achtergronden, missies en beelden.

<http://map.gsfc.nasa.gov>
NASA's equivalent van Planck: WMAP.

www.astro.uva.nl/encyclopedie
Sterrenkunde Encyclopedie van het Sterrenkundig Instituut Anton Pannekoek.

De oerknal, de belangrijkste wetenschappelijke ontdekking ooit, door Simon Singh. Toegankelijk boek. Arbeiderspers 2005, ISBN: 9029562846. €27,95.