Hemel en Dampkring

Inhoud

jaargang 70 aflevering 10 oktober 1972

Verenigingsnieuws 245
Lineaire polarisatie in de galactische spurs – T. A. Th. Spoelstra, 245
De geschiedenis van de sterrenkunde (4) – G. W. E. Beekman, 252
De veranderlijke van de maand: T Herculis – H. Feijth, 256
Veranderingen in de lengte van de dag – H. M. van den Dool, C. Schuurmans, 258
De kleine planeet Toro – Jean Meeus, 260
Kunstmanen, januari-april 1972 – Jean Meeus, 262

De Meteoor
Halowaarnemingen uit een vliegtuig – G. P. Können, 264
Het minimum van R Coronae Borealis – H. Feijth, 265
De donkere wolken van Venus – G. A. T. Heillegger, 266

Korte Berichten
Wolkenformatie in een trog – B. Zwart, 267
De massa van het stelsel aarde-maan – W. de Rop, 269

Boekbesprekingen
R. A. Naeff, Der Sternenhimmel (Beekman), 271
Werkgroep Veranderlijke Sterren, Report 21 (de Groot), 271
KNMI, Klimaatatlas van Nederland (Schadee), 271
Eeuwigdurende natuurkalender (Denoyelle, Pien), 272
A. Omholt, The Optical Aurora (Können), 272
A. Rükl, Maps of Lunar Hemispheres (de Vries), 273
J. Klepešta, Sterrenbeeldenatlas (de Vries), 273
New Techniques in Astronomy (Delvoye), 273

Jongerenwerkgroep
Internationaal astronomisch jongerenkamp 1973, 274
Fotografie van nevels – G. Kosters, 275
Waarnemingen van bijzondere verschijnselen 1971 – P.-P. Hattinga Verschure , 275

Op de omslag een martiaans curiosum. Het afgebeelde patroon bestaat uit opstekende randen, twee tot vijf kilometer van elkaar verwijderd. de zonshoogte ter plaatse is ongeveer 15° (terzijde: kunt u dan uitrekenen hoe hoog de randen ongeveer zijn? Gegeven is nog dat het afgebeelde gebied ca 42 bij 48 km groot is). De opname werd op 12 februari 1972 vanaf 2937 km hoogte gemaakt. Men gelooft, dat de opstaande randen bestaan uit hard materiaal, dat eens spleten opgevuld heeft. Later is de omgeving door winderosie verdwenen, en bleef alleen het materiaal in de spleten over.
Het kan zijn, dat het rotsmateriaal is, dat eens in gesmolten vorm kloven in het oppervlak gevuld heeft, maar ook is het mogelijk dat het gaat om materiaal dat vroeger spleten in een ijsmassa heeft opgevuld. (Foto NASA)

Δt geeft aan het verschil in dagen tussen de tijdstippen waarop 2 opeenvolgende maxima plaatsvinden; dit bedrag varieert tussen 156 en 178 dagen. Dit houdt dus in dat de periode van *T Her*, die gemiddeld over een groot aantal maxima 165,00 dagen bedraagt, ca. 10% van de gemiddelde waarde kan afwijken.

O-C geeft het verschil aan tussen het tijdstip waarop het maximum is waargenomen, en de dag van het maximum volgens een efemeride, gegeven in de katalogus van Kukarkin et al. (1969). Zoals men ziet, gebeurden de maxima 5 jaar geleden 10 tot 20 dagen later dan verwacht, terwijl de laatste maxima vrijwel exact overeenstemmen met de verwachte. Verder blijkt uit de tabel dat de helderheid in het maximum vrij sterk kan verschillen, nl. van m = 7.0 (max. op 3 nov '69) tot 8.8, d.w.z. het maximum dat daarop volgde. Vaak komt het bij Mira-sterren voor dat een ongewoon helder maximum voorafgegaan of gevolgd wordt door een ongewoon zwak maximum. Uit spektroskopische waarnemingen blijkt dat in zo'n maximum het spektrum altijd 'vroeger' is dan in een zwakker maximum, dus dat de oppervlaktetemperatuur in een helder maximum hoger is dan in een zwak maximum. In het minimum is *T Her* veel moeilijker waarneembaar dan in het maximum; volgens Leon Campbell's 'Studies of Long Period Variables', die gebaseerd zijn op waarnemingen door de AAVSO tussen 1921 en 1949, kan de helderheid in het minimum liggen tussen 11.8 en 13.5, wat inhoudt dat in een helder minimum *T Her* met veel kleinere instrumenten gezien kan worden dan in een zwak minimum. Uit de grafiek blijkt duidelijk dat *T Her* in de buurt van het minimum veel minder wordt waargenomen dan nabij het maximum, wat niet alleen door weersinvloeden wordt veroorzaakt (bij een goede lucht is een ster veel beter te schatten dan bij een slechte) maar vooral doordat veel te weinig amateurs met groter kijkers de moeite nemen hun teleskopen op andere objekten dan die in het zonnestelsel te richten.

Hier ligt dus een taak voor amateurs met kijkers groter dan 10 cm (hoeveel zijn er wel niet?) om hierin verandering te brengen. Verder kunnen waarnemers met kleinere instrumenten verdienstelijk werk verrichten door 's winters *T Her* waar te nemen in de ochtenduren.

Veranderingen in de lengte van de dag

H. M. van den Dool en C. J. E. Schuurmans

1. *Inleiding*

Sedert ongeveer 1955, toen het mogelijk werd om de tijd zeer nauwkeurig te meten is het bekend dat de daglengte een beetje varieert. Figuur 1 getuigt daarvan. Het gaat uiteraard om bescheiden bedragen, in de orde van milliseconden, maar er is ook heel wat arbeid nodig om de rotatiesnelheid van de aardbol te beïnvloeden. De vraag is hoe deze veranderingen verklaard zouden kunnen worden. Om die vraag te kunnen beantwoorden hebben we het begrip impulsmoment nodig.

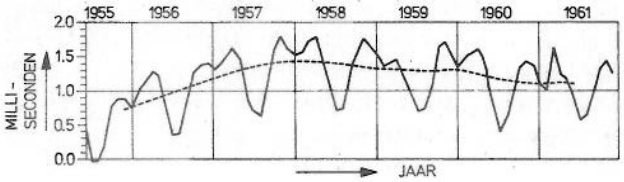
Het impulsmoment van een deeltje met massa m, snelheid v, op afstand r van de aardas is:

$$J = m.v.r.$$

Het totale impulsmoment van het aardse systeem vindt men dan via integratie over alle deeltjes onder een aantal veronderstellingen over de snelheids- en massaverdeling in aarde, zee en lucht. Dit impulsmoment is een vector en heeft 2 componenten. De ene component kan de stand van de rotatie-as van het aardse systeem beïnvloeden, de andere de rotatiesnelheid. Om de laatste component gaat het ons uitsluitend in dit verhaal. Deze component wordt bepaald door de beweging langs de breedtecirkels: de west-oost component van de beweging dus. Het prettige van het totale impulsmoment is dat het konstant blijft als de som der uitwendige krachtmomenten op het aardse systeem nul is.

Afgezien van het getijde-effekt, dat via een duurzame wrijving in de oceanen een verlenging van de dag met 2 milliseconden per eeuw bewerkstelligt, is hieraan voldaan. In principe moeten de variaties in figuur 1

Fig. 1. De verandering van de daglengte in de jaren 1955-1961 volgens 'Deutsche Hydrographische Zeitschrift (jrg. 16 dl. 2, 1963). De stippellijn geeft de algemene trend aan.



dus verklaard kunnen worden door onderlinge impulsoverdracht tussen de atmosfeer, de oceaan en de vaste aarde.

Onderlinge impulsoverdracht vindt plaats waar beweging is over of tegen de buitenrand van de aardkorst. Zoals bekend is zo'n beweging er voortdurend maar het zal ieder duidelijk zijn dat het gaat om de netto overdracht gesommeerd over de gehele aardbol. De oceaan speelt in dit alles geen overheersende rol omdat daar waar de impulsoverdracht plaats vindt, nl. de oceaanbodem, vrijwel alle water in rust is. Bovendien zijn de oceaanstromen door de ligging der kontinenten meest cellulair en dientengevolge ook al ongeschikt voor een georganiseerde overdracht van oost-west impulsmoment. De enige uitzondering is de zeestroming rond Antarctica die, ongehinderd door blokkerende kontinenten en diep reikend, voortdurend westelijk impulsmoment aan de aarde toevoegt. Dit impulsmoment is echter grotendeels van de atmosfeer afkomstig omdat deze stroming mede door de wind wordt aangedreven. De oceaan is hier alleen even tussenstation.

Uit dit alles zou volgen dat alleen al een beschouwing van het systeem vaste aarde + atmosfeer de fluktuaties in figuur 1 bij benadering zou moeten kunnen verklaren. In het onderstaande zullen we dat proberen.

2. *Daglengte en gemiddelde westenwind*

De uitwisseling van westelijk impulsmoment (of zonaal impulsmoment) is een ingewikkelde zaak. In grote trekken gaat het als volgt: tussen 30 ZB en 30 NB, waar de wind uit het oosten waait, wordt door de wrijving het westelijk impulsmoment door de aarde afgestaan aan de lucht aldaar. Deze overdracht via de wrijving is voldoende om de oostenwind in enkele weken volledig te niet te doen. De ervaring leert dat dit niet gebeurt. De conclusie is, dat de atmosfeer in de tropen kennelijk zijn westelijk impulsmoment afvoert naar de gematigde breedten, waar de westenwind gevoed dient te worden, wil deze blijven bestaan. Dat het inderdaad zo gaat is uit windwaarnemingen betrekkelijk eenvoudig na te gaan; de mechanismen die dit verzorgen zijn echter nog vrijwel onbegrepen. Ten noorden van 30 NB en ten zuiden van 30ZB, waar in het algemeen de wind uit het westen waait, wordt door de wrijving met het aardoppervlak het westelijk impulsmoment weer teruggegeven aan de vaste aarde. Hiermede is de kringloop van het westelijk impulsmoment gesloten.

Het totale zonale impulsmoment van de atmosfeer valt uiteen in twee stukken nl.:

$J_{tot} = J_{\omega} + J_{rel}$

De eerste term J_{ω} is het impulsmoment als gevolg van het meeroteren van de atmosfeer met de aarde en J_{rel} is het impulsmoment dat samenhangt met de relatieve beweging van de lucht t.o.v. de vaste aarde.

Samenhangend met J_{rel} kan men de grootheid U definiëren als de zonale windcomponent gemiddeld over de gehele atmosfeer. Stelt men nu de som van het aardse en atmosferische impulsmoment konstant dan blijken we een verband af te kunnen leiden tussen de verandering van de daglengte, ΔL, en de verandering in gemiddelde westenwind van de atmosfeer ΔU. Er geldt:

$$\int_V \rho\Omega(t)\, a^2\cos^2\varphi \mathrm{d}V + \int_V \rho U(t)\, a \cos\varphi \mathrm{d}V + I_a\, \Omega(t) =$$

$$\mathrm{I} + \mathrm{II} + \mathrm{III} = \text{constant}$$

Term I is $J\omega$, term II is J_{rel} en term III is het westelijk impulsmoment van de vaste aardbol.

De notaties zijn als volgt bedoeld:

ρ = gemiddelde dichtheid van lucht tussen 0 en 10.000 m

Ω = hoeksnelheid van de aarde

a = straal van de aarde

φ = geografische breedte

I_a = traagheidsmoment van de aarde

V = volume van de atmosfeer

t = tijd

Voeren we nu de integratie van term I en II uit dan komt er:

$$\tfrac{3}{8}\pi\rho a^4 H\Omega + 2\pi^2\rho U a^3 H + I_a\Omega = \text{constant}$$

Hierin is H 'n maat voor de hoogte van de atmosfeer, hier 10 km genomen.

We laten nu Ω tot $\Omega + \Delta\Omega$ toenemen (mag ook afnemen) waarbij als gevolg U verandert met een bedrag ΔU, dan geldt:

$$\tfrac{3}{8}\pi\rho a^4 H\Delta\Omega + 2\pi^2\rho\Delta U a^3 H + I_a\Delta\Omega = 0$$

oplossing van $\Delta\Omega$ hieruit levert:

$$\Delta\Omega = -(2\pi^3 a^3\rho\, \Delta U.H)/(I_a + (8/3)\pi\rho a^2 H) \approx -2\pi^2 a^3\rho\Delta U.H/I_a$$

Vullen we nu waarden in voor a, ρ en I_a ($a = 64.10^5$ m, $\rho = 0.8$ kg/m^3, $I_a = \frac{1}{5}Ma^2$, $M \approx 6.10^{24}$ kg) dan volgt:

$$\Delta\Omega = -5.10^{-13}\Delta U \text{ rad/sec}$$

Nu is de daglengte uiteraard omgekeerd evenredig met de hoeksnelheid van de aarde, m.a.w. ΩL = const., Hieruit volgt na invullen:

$$\Delta L \approx 0{,}6\Delta U \text{ milliseconde}$$

We zien dus dat de daglengte toeneemt als de gemiddelde westenwind toeneemt. Op grond van de veronderstelling dat de som van het aardse en atmosferische impulsmoment constant is, kon niet anders worden verwacht. Het afgeleide verband geeft echter tevens aan *hoeveel* de daglengte toeneemt bij een gegeven toeneming van de gemiddelde westenwind.

3. *Jaarlijkse gang*

De meest treffende variatie uit figuur 1 is wel de jaarlijkse gang in L. De amplitude bedraagt omstreeks 0.8 milliseconde. Nu vertoont de gemiddelde westenwind U eveneens een jaarlijkse gang omdat de beide wereldhalfronden niet symmetrisch zijn wat hun landzee verdeling betreft. Uit de beschikbare windwaarnemingen blijkt dat in onze winter U maximaal is en in de zomer minimaal. Dat komt kwalitatief prachtig overeen met de verandering van L in de loop van het jaar. Men kan het zo formuleren: In de zomer draait de aarde het hardst, de dag is dan kort en in de loop van de herfst staat de aarde iets van zijn draaisnelheid af aan de atmosfeer die in januari de hoogste relatieve snelheid (wind) bezit. Het valt niet mee om kwantitatief na te gaan of hier $\Delta L = 0.6.\Delta U$ geldt. Gegeven het feit dat $\Delta L = 0.8$ milliseconden, zou ΔU iets meer dan 1 m/s moeten zijn. Het meetnet staat ons niet toe zo'n nauwkeurige uitspraak te doen. Uit het beschikbare materiaal krijgt men overigens wel de indruk dat we ook kwantitatief een heel eind komen.

4. *Andere fluctuaties*

Behalve de zojuist besproken jaarlijkse gang in L zijn er meer fluctuaties in het geding. O.m. een langzame trend die in figuur 1 met een stippellijn is aangegeven. Een dergelijke trend kan verbandhouden met het afwisselen van zgn. 'geblokkeerde perioden' met perioden waarin op de gematigde breedten veel westenwind te noteren valt. Men denkt aan perioden van 40 à 45 jaar. Een snelle wijziging van L treedt, naar men vermoedt, op na een zonnevlam. In eerste instantie zoekt men de verklaring in de inwerking van deze vlam op de atmosferische circulatie. Het is echter niet na te gaan of de gemiddelde zonale windsnelheid U na een zonnevlam verandert. Aangezien $\Delta L > 0$ na een zonnevlam zou ook $\Delta U > 0$ moeten zijn, maar de, vooral op het zuidelijk halfrond, vrij schaarse windwaarnemingen laten niet toe dit te verifiëren.

Bij de afleiding van ons wetje $\Delta L = 0{,}6\ \Delta U$ zijn we langs enkele andere factoren heengestapt. Deze zijn:

- De aarde is niet vast. In de vloeibare kern zijn massaverplaatsingen mogelijk, zijnde een soort induktieverschijnsel na veranderingen in het magneetveld. De zon kan zoiets veroorzaken. In enkele geofysische publikaties worden plaatjes zoals figuur 1 dan ook wel gebruikt om beweging in de aardkern te bewijzen.
- Er zijn uitwendige krachten op ons aardse systeem. B.v. baanversnellingen doordat de aarde een ellips om de zon beschrijft.
- Veranderingen in de massa van de aarde die samengaan met even grote maar tegengestelde veranderingen van de massa van de atmosfeer. Een voorbeeld is het waterdamptransport.
- Veranderingen in het traagheidsmoment van de aarde door de plantengroei. Hierdoor komt ieder voorjaar grondwater en organisch materiaal op grotere afstand van de rotatie-as zodat I_a toeneemt. Ook hier is de asymmetrie van de beide wereldhalfronden van belang.

De kleine planeet Toro

Jean Meeus

Toro, de kleine planeet nummer 1685, werd op 17 juli 1948 door Wirtanen op de Lick Sterrenwacht (Californië) ontdekt. Het is niet meer dan een grote rotsblok: zijn diameter wordt geschat op 2 kilometer. Toro is een planetoïde met een uitzonderlijke baan: een deel ervan ligt binnen de baan van de aarde. In het perihelium komt Toro tot op 0,771 astronomische eenheid (115 miljoen km) van de zon; in het aphelium bevindt hij zich buiten de Marsbaan, op 1,964 a.e. of 294 miljoen km van de zon.

In tegenstelling met hetgeen onlangs werd beweerd in sommige kranten en tijdschriften, draait Toro wel degelijk rond de zon, en *niet* rond de aarde!

Sommige kranten durfden zelfs schrijven dat Toro 'om beurten rond onze planeet en Venus draait. (. . .) Toro kan als een maan van zowel de aarde als van Venus worden beschouwd.' Deze bewering berust echter op een misverstand. De schrijver van die onzin kent blijkbaar het verschil niet tussen de Engelse termen *capture* en *capture libration*.

Capture (vangst) zou betekenen dat Toro door de aarde is gevangen, dus een satelliet van de aarde is. Dit is echter helemaal niet het geval. Bij Toro gaat het om een *capture libration*. Dit vraagt een woordje uitleg.

In figuur 1 zijn de banen van Venus, de aarde en Toro voorgesteld. Denk niet dat het tussen Toro en de aarde tot een botsing kan komen: de baan van het planeetje maakt met het vlak van de aardbaan een hoek van 9°; de twee banen snijden elkaar *niet*. K (de klimmende knoop) en D (de dalende knoop) zijn de twee snijpunten van de baan met het vlak van de