

Io dicht bij thermisch evenwicht

V.Lainey¹ (lainey@imcce.fr), J.-E.Arlot¹ (arlot@imcce.fr), Ö.Karatekin² (karatekin@oma.be), T.Van Hoolst² (vanhoolst@oma.be)

¹IMCCE-Observatoire de Paris, UMR 8028 du CNRS, 77 Av. Denfert-Rochereau, 75014, Paris, France;

²Koninklijke Sterrenwacht van België, Ringlaan 3, 1180 Ukkel, Brussel, België.

Is Io in thermisch evenwicht? Door gebruik te maken van astrometrische waarnemingen van de vier Galileïsche manen van Jupiter (Io, Europa, Ganymedes en Callisto) hebben sterrenkundigen van het Observatoire de Paris en de Koninklijke Sterrenwacht van België aangetoond dat de warmte veroorzaakt door getijden in het inwendige van Io ongeveer even groot is als het warmteverlies aan het oppervlak van Io. De maan lijkt dus in thermisch evenwicht te zijn. Ook werd aangetoond dat de getijdendissipatie in Jupiter als gevolg van de gravitationele aantrekkingskracht door Io groter is dan aanvankelijk aangenomen werd. Het is de eerste keer dat getijdendissipatie in een reuzenplaneet gemeten werd aan de hand van astrometrie. De resultaten zijn gepubliceerd in het tijdschrift Nature op 18 Juni.

De grote vulkanische activiteit van Io, voor het eerst geobserveerd door de ruimtesonde Voyager 1 in 1979, is hoogstwaarschijnlijk een gevolg van de door Jupiter veroorzaakte getijden, die Io periodiek vervormen en door wrijving een grote hoeveelheid warmte opwekken in de maan. Via infraroodwaarnemingen werd al het grote warmteverlies aan het oppervlak gemeten, maar het was niet bekend of de energieproductie door getijden voldoende was om dit warmteverlies aan het oppervlak te verklaren.

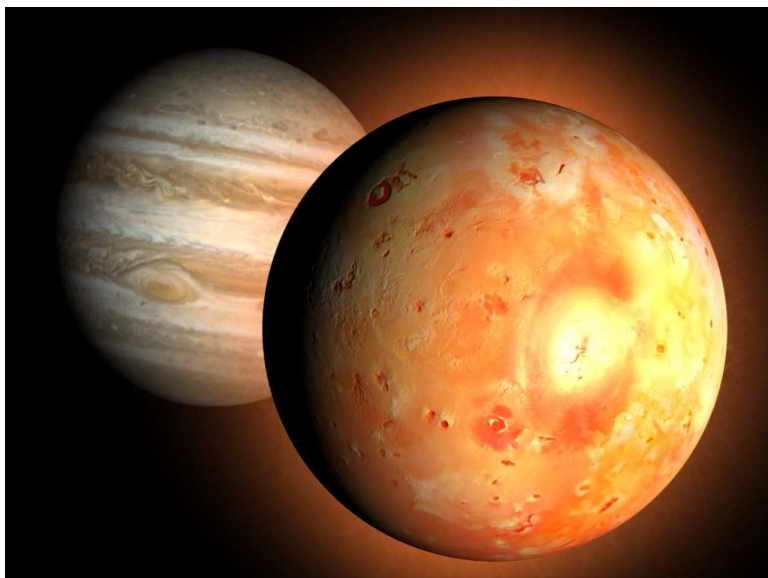


Figure 1: *Artistieke impressie van het warmteverlies van Io als gevolg van getijden veroorzaakt door Jupiter (V.Lainey, copyright: IMCCE-Paris Observatory, CNRS).*

Om de warmteproductie in Io te kunnen bepalen, bestudeerde een team van sterrenkundigen onder leiding van V. Lainey het energieverlies van de baanbeweging van Io. Wanneer getijdenwarmte gegenereerd wordt in de maan, verliest Io orbitale energie zodat ze langzaam in de richting van Jupiter beweegt. Anderzijds leidt getijdendissipatie in Jupiter tot een wijdere baan voor Io en tot een vertraging van de rotatie van Jupiter, analoog aan het systeem aarde-Maan. De veranderingen in de baanbeweging van Io zijn bijgevolg de som van twee tegengestelde effecten: een vertraging van de baanbeweging door getijdendissipatie in Jupiter en een baanversnelling als gevolg van dissipatie in Io.

Het idee dat getijdendissipatie in Io kan bepaald worden uit de baanevolutie is al lang bekend. Vroegere studies zijn echter nooit succesvol geweest omdat een precies dynamisch model voor de baanbeweging van de vier Galileïsche manen ontbrak. Aan de hand van een nieuw dynamisch model voor deze satellieten en astrometrische waarnemingen (waarnemingen van de posities van hemellichamen) over de periode van 1891 tot 2007 (met inbegrip van nieuwe, nauwkeurige technieken zoals wederzijdse occultaties en eclipsen tussen manen) is het team erin geslaagd de getijdendissipatie in Io en Jupiter te bepalen uit de baanversnelling van Io. Hieruit kon afgeleid worden dat Io dicht bij thermisch evenwicht is. Dit resultaat heeft belangrijke gevolgen voor de modellering van het inwendige van Io en in het bijzonder voor het mechanisme van warmtetransport. De gevonden getijdendissipatie in Jupiter ligt dicht bij de bovengrens van de gemiddelde dissipatie bepaald uit de evolutie op lange tijdschaal van het systeem. Dit resultaat toont aan dat sterke dissipatie kan voorkomen in gasplaneten, wat een belangrijk element is voor de evolutie van de banen van de satellieten en gevolgen kan hebben voor de studie van planeten rond andere sterren.

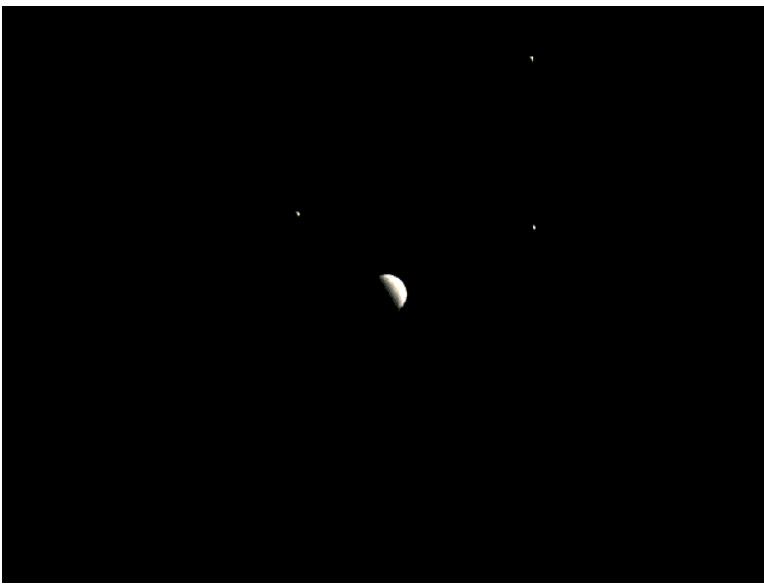


Figure 2: (V.Lainey, copyright: IMCCE-Paris Observatory, CNRS) *Uit astrometrische waarnemingen van de Galileïsche manen in een baan rond Jupiter hebben astronomen belangrijke informatie afgeleid over getijdendissipatie in Io en Jupiter.*

Referentie

Strong tidal dissipation in Io and Jupiter from astrometric observations, V. Lainey, J.-E.Arlot, Ö.Karatekin & T.Van Hoolst, Nature, 18/06/2009.

Contactpersonen

Paris Observatory:

Valéry Lainey, tel.: 01 40 51 22 72, e-mail: lainey@imcce.fr

Jean-Eudes Arlot, tel.: 01 40 51 22 67, e-mail: arlot@imcce.fr

Koninklijke Sterrenwacht van België:

Özgür Karatekin, tel.: 02 3736732, e-mail: ozgur.karatekin@oma.be

Tim Van Hoolst, tel.: 02 3730668, e-mail: tim.vanhoolst@oma.be