

INT-ORB

Een zelfconsistente studie van de interne evolutie van ijsmanen gekoppeld aan de evolutie van baanbeweging en van dissipatie in de centrale planeet

DUUR
1/09/2022 – 1/12/2026

BUDGET
393 791 €

PROJECT BESCHRIJVING

Manen van gasplaneten behoren tot de meest diverse en intrigerende objecten in het zonnestelsel. Io, de binnenste van de vier Galileïsche manen van Jupiter, is het meest vulkanisch actieve lichaam van het zonnestelsel. Verscheidene van de ijsmanen herbergen een globale ondergrondse oceaan. Als er in het zonnestelsel elders dan op aarde leven bestaat, zouden ijsmanen als Europa (een van de Galileïsche manen van Jupiter) en Enceladus (een middelgrote maan van Saturnus) er samen met Mars de meest waarschijnlijke plaatsen voor zijn. In die manen ligt een dunne ijslaag met een dikte van enkele tientallen km op de oceaan en vinden hydrothermale reacties plaats op de grens tussen de oceaan en de onderliggende rotslaag. Ons beperkte begrip van deze structuur roept veel vragen op. Hoe ontwikkelen de oceaan en de ijslaag zich? Kan een oceaan miljarden jaren in stand worden gehouden? Hebben deze manen altijd ondergrondse oceanen gehad? Zal Io altijd vulkanisch actief blijven? We weten het nog steeds niet.

Het doel van dit project is de interne evolutie van de drie binnenste Galileïsche manen, Io, Europa en Ganymedes, te bestuderen en na te gaan of de huidige situatie met sterke vulkanische activiteit op Io en ondergrondse oceanen op Europa en Ganymedes representatief is voor de gehele evolutie of een tijdelijke toestand. In studies over de interne evolutie van aardse planeten van het zonnestelsel kan de planeet als geïsoleerd worden beschouwd van externe effecten. Een dergelijke benadering is echter verkeerd voor de drie binnenste manen omdat hun interne evolutie sterk gekoppeld is aan de baanevolutie, die op haar beurt afhangt van de evolutie van de getijdendissipatie in de manen en in de evoluerende Jupiter. Getijdendissipatie is het centrale mechanisme van de koppeling tussen interne evolutie en baanevolutie van het Jupitersysteem. Het is een energiebron voor de manen door de omzetting van kinetische energie van getijden in warmte door microscopische wrijving. Aangezien de getijdenkracht afhangt van de excentriciteit en de halve lange as van de satelliet, beïnvloedt de baan de interne evolutie en structuur via getijdendissipatie. Omgekeerd beïnvloedt de getijdendissipatie in de manen en ook in Jupiter de baan- en rotatiebeweging, aangezien zij energie onttrekt aan de rotatie- of baanenergie.

Eerste resultaten over de gekoppelde interne orbitale evolutie die enkele decennia geleden werden verkregen, toonden aan dat manen periodieke, langdurige veranderingen in excentriciteit, getijdendissipatie en thermische toestand kunnen ondergaan als gevolg van deze terugkoppelingen. Dankzij nieuwe vorderingen in ons begrip van het inwendige van de Galileïsche manen, betere efemeriden van de manen, nieuw inzicht in Jupiter dankzij de Juno-missie, en een nieuw model van getijdendissipatie in gasreuzen dat onlangs voor Saturnus is ontwikkeld, beschikken we nu over de kritische massa aan nieuwe informatie om vragen over de evolutie van de Galileïsche manen en hun levensvatbaarheid te beantwoorden. Het overkoepelende doel van het project is het vergroten van ons inzicht in de interne evolutie van de drie binnenste Galileïsche satellieten door voor het eerst de thermische toestand, de inwendige structuur en de baan van deze manen consistent en simultaan te laten evolueren, samen met de getijdendissipatie in Jupiter.

INT-ORB

Jupiter en de Galileïsche satellieten staan momenteel centraal in planetaire verkenningsmissies, met de NASA Juno-missie die het Jupitersysteem momenteel onderzoekt en met de ESA JUICE-missie (lancering voorzien in 2023) en de NASA Europa Clipper-missie (lancering voorzien in 2024) in hun laatste constructiefasen. De in dit project verkregen resultaten zullen de wetenschappelijke resultaten van de planetaire missies naar het Jupitersysteem vergroten door een theoretisch evolutiekader voor de satellieten te verschaffen dat kan worden vergeleken met waarnemingen. Het project zal nieuw inzicht verschaffen in de evolutie van de Galileïsche manen en in bewoonbare plaatsen in het zonnestelsel, en zal naar verwachting nieuwe onderzoeksperspectieven creëren en verdere vragen identificeren die door JUICE en Europa Clipper missies kunnen worden behandeld. Aangezien het Jupitersysteem sterke gelijkenis vertoont met verschillende exoplanetaire systemen, kan het project ook belangrijke inzichten verschaffen over hoe exoplanetaire systemen werken en leven zouden kunnen herbergen.

Het project zal ook de verdere ontwikkeling van de Belgische expertise op het gebied van de inwendige structuur en de evolutie van manen in ons zonnestelsel stimuleren. INT-ORB zal ook de internationale positie van België versterken in een tijd waarin een gedetailleerde verkenning van het Jupitersysteem aan de gang is. De wetenschappelijke resultaten zullen worden gepubliceerd in peer-reviewed tijdschriften in de planetaire wetenschappen en we zullen ze breed communiceren op verschillende internationale conferenties.

CONTACT INFORMATIE

Coördinator

Tim Van Hoolst

Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB)

tim.vanhoolst@oma.be