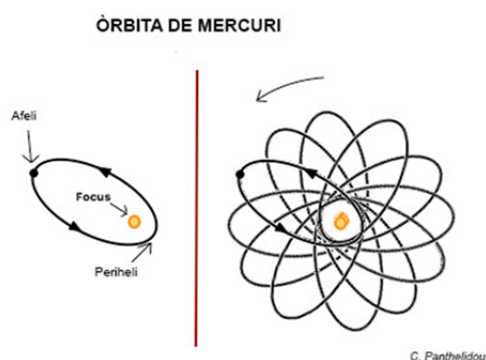


La història de Mercuri i Vulcà, com la va explicar Einstein

per Christiana Pantelidou (ICCUB)

El moviment de tots els cossos celestes ha de seguir les lleis del moviment planetari de Kepler, les quals no són més que manifestacions de la llei de la gravitació de Newton. En particular, la primera llei de Kepler en línies generals diu: en un sistema de dos cossos, el cos menys massiu es mou al voltant del que té més massa en una òrbita el·líptica amb el segon cos situat en un punt anomenat *focus* de l'el·lipse. Aplicant aquesta regla al nostre sistema solar, deduïm que tots els planetes segueixen òrbites el·líptiques al voltant del Sol; només que unes són més el·líptiques que les altres. Per exemple, la òrbita del nostre planeta té un grau de no circularitat, anomenat *excentricitat*, d'un 2% aproximadament; mentre que el planeta Mercuri té una excentricitat del 20%, resultant-ne una òrbita amb una forma semblant a la d'un cigar. S'hauria d'emfatitzar que en aquestes òrbites, el punt focal, o el que és equivalent, la posició del Sol, no és al centre de l'el·lipse sinó que està desplaçada cap a un dels seus costats. Així doncs, cada planeta al fer una òrbita completa passa per dos punts especials: el periheli, el punt més proper al Sol, i l'afeli, el punt més llunyà al Sol.



Credit: C. Pantelidou (ICCUB)

Tanmateix, el que he descrit més amunt s'utilitza únicament quan es consideren només dos cossos a la vegada. Si es vol tenir en compte tot el sistema solar, aleshores és necessari aplicar una correcció per tal de considerar els petits efectes que cada planeta provoca en els que té més a prop. Aquests efectes poden canviar lleugerament l'excentricitat de les seves òrbites i també fer que aquestes girin lentament al voltant del Sol.

La rotació de l'òrbita de Mercuri es va determinar mesurant el temps que trigava el planeta en els seus trànsits per davant del Sol segons els veien observadors terrestres. El trànsit de Mercuri, observat per primer cop per Gassendi, és un fenomen que es dona 13 cops cada cent anys quan el planeta Mercuri s'alinea entre el Sol i la Terra, aleshores es pot veure Mercuri com un petit punt negre en el disc solar. El trànsit es pot veure o al maig o al novembre, essent els del novembre una mica més freqüents. Aquest fet es pot explicar tenint en compte que els trànsits del novembre, a diferència dels de maig, es donen a la vora de l'afeli de l'òrbita de Mercuri on el planeta es mou més lentament. Exactament per la mateixa raó, els trànsits del novembre duren més, i com que l'afeli és més proper a la Terra, el punt negre en el Sol és més gran.

Analitzant totes les dades recopilades en observacions fetes entre el 1679 i el 1848, Le Verrier va mostrar el 1859 que l'òrbita de Mercuri rotava amb una velocitat angular de 574 segons d'arc cada cent anys. Va ser aleshores quan va sorgir el problema: totes les correccions degudes a la presència dels altres planetes només donaven raó d'una rotació

de 531 segons d'arc per segle, això deixava una diferència de 43 segons. Una de les explicacions proposades en aquells temps va ser l'existència d'un altre planeta anomenat Vulcà, que es trobaria molt a prop de Mercuri (això faria que no alterés l'òrbita dels altres planetes) i que pertorbaria lleugerament la seva òrbita. Durant anys i anys els astrònoms van buscar a Vulcà, però no el van trobar.

Va ser el 1916 que la teoria de la Relativitat General d'Einstein va explicar correctament aquest dèficit recolzant la idea que Vulcà no existia. D'acord amb la Relativitat General, es podria pensar l'espai com si fos un llit d'aigua i cada estrella com una pilota que reposés sobre la superfície d'aquest llit, de manera que la pilota faria que la superfície es corbés més o menys depenent de com fos de gran la massa de la pilota. Si es tirés una bala, – un planeta- a prop de la pilota – el Sol-, la bala començaria a girar al voltant de la pilota i, genèricament, després d'unes quantes voltes cauria cap a ella. Només si la bala es tirés amb la velocitat correcta la seva òrbita podria ser estable. Aquest és exactament el cas del nostre sistema solar. Tots els seus planetes giren justament amb la velocitat correcta tenint en compte la seva distància al Sol: com més proper és el planeta més ràpid ha de girar per a no caure cap al Sol. Centrem-nos ara en Mercuri. Com s'ha dit més amunt, la seva òrbita és molt excèntrica, de manera que el seu periheli es troba molt a prop del Sol. En aquest punt, Mercuri percep una curvatura més gran o el que és equivalent, com va dir el mateix Einstein, Mercuri “es sent” com si hi hagués una força extra que l'empenyés cap a dins. Aquesta empenta extra afecta l'òrbita una mica, fent que aquesta giri lentament al voltant del Sol. Tornant a l'analogia de la bala, s'hauria d'imaginar que s'empeny lleugerament la bala cap a dins, però de forma no suficient per a que aquesta caigui del tot cap a la pilota. La bala s'estabilitzarà però en una òrbita una pèl diferent al camí que hagués seguit si no hagués estat destorbada. Això és el que li passa exactament a l'òrbita de Mercuri.

El trànsit de Mercuri més recent va ser el del 9 de maig del 2016, i es va acollir amb una particular emoció deguda tant a la raresa d'aquest esdeveniment astronòmic com al seu valor històric com a primer test experimental de la Relativitat General, que es va passar de forma brillant el 1916! Des d'aleshores, la Relativitat General ha passat una sèrie de verificacions no trivials, essent l'última les observacions directes d'ones gravitacionals. Les ones gravitacionals no són ni més ni menys que les ones del propi espai temps – o, donada l'analogia feta més amunt, les ones en la superfície del llit d'aigua- que van ser predites per Einstein el 1916 i observades per la col·laboració LIGO el setembre del 2015. Tanmateix, va ser el trànsit de Mercuri el que va donar el primer indicatiu a favor de la Relativitat General i que ens va portar a través de tots aquests anys a l'exploració i l'enteniment de la teoria de la Relativitat General d'Einstein.