

AVANSUL PERIHELIIULUI PLANETEI MERCUR

Referatul de fata are ca obiect de studiu prezentarea uneia dintre principalele consecinte obtinute in domeniul astronomiei, odata cu descoperirea teoriei relativitatii gravitationale de catre A.Einstein.Aceasta consecinta se refera la avansul pe care il au pericentrele planetelor situate in sistemul nostru solar in miscarea lor in jurul Soarelui.

Dezvoltandu-se pe baza principiilor newtoniene, mecanica a pus in evidenta la inceputul secolului XIX, unele rezultate care erau contrazise de experienta. Astfel, observatiile astronomice puneau in evidenta pentru traiectoria planetei Mercur, cea mai apropiata de Soare, un avans de aproximativ 42,9'' care nu putea fi justificat de mecanica newtoniana. Aceste rezultate au putut fi explicate odata cu aparitia teoriei relativitatii gravitationale care a dus la rezultate, in ce priveste avansul periheliului dar si in alte cazuri, precum devierea razei de lumina in camp gravitacional in perfecta concordanta cu observatiile astronomice.

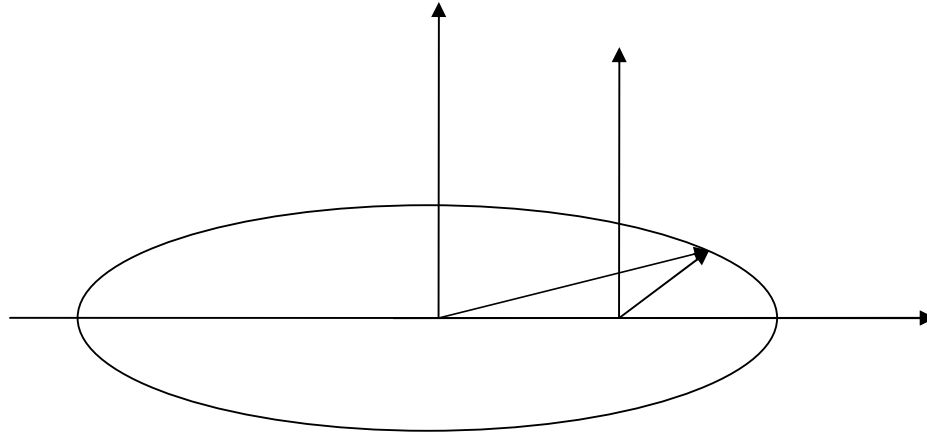
Abordarea newtoniana a problemei celor doua corpuri,a fost aplicata in cazul unui sistem format din Soare si planeta Mercur ; aceasta abordare se face intr-un spatiu euclidian,ceea ce presupune in mod evident acceptarea postulatelor geometriei euclidiene. Miscarea pe care o au planetele in jurul Soarelui este o miscare eliptica. Kepler a fost acela care a descoperit integrala momentului cinetic (foarte importanta in determinarea traiectoriei) si apoi ca miscarea nu este circulara, cum se credea, ci eliptica.

S-a dedus ca miscarea relativa in problema celor doua corpuri are loc pe o conica a carei ecuatie este data de relatia:

$$r = \frac{p}{1 + e \cos v}$$

e=excentricitatea elipsei; v=unghiul(figura); p=caract, sistemul

Pentru $e < 1$ miscarea are o traiectorie eliptica. . Pozitia poate fi data prin coordonate carteziane (ζ, η) in sistemul $P_1 \zeta \eta$ sau in sistemul orbital in coordonatele polare (r,v); in acest caz r se numeste raza vectoare iar v anomalie adevarata. Pe traiectoria eliptica exista un punct cel mai apropiat de focar (Π) si un punct cel mai departat de focar (A) pentru care exista denumiri speciale



Astfel , daca P_1 este Soarele atunci Π se numeste periheliu iar A afeliu. Daca P_1 este Pamantul (P_2 poate fi Luna sau un satelit artificial) atunci denumirile sunt perigeu si apogeu. In cazul general denumirile sunt pericentru si apocentru. Denumirile de periheliu , afeliu si raza vectoare au fost introduse de Kepler; formulele miscarii eliptice se obtin cu ajutorul calculului diferential si integral.

“Problema celor doua corpuri” pentru un sistem format Soare si una dintre planete dadeau ca rezultat ca elipsa se inchide ; acest rezultat nu este in concordanta cu observatiile astronomice din care rezulta ca pozitia periheliului nu este fixa,ci se rotește foarte incet in planul elipsei.

Teoria lui Newton explica diferenta de rotatie a periheliului ca fiind datorata perturbatiilor celorlalte planete ale sistemului solar. In general, deplasările periheliilor calculate prin teoria lui Newton coincid multumitor cu cele determinate prin observatii astronomice pentru toate planetele, cu exceptia planetei Mercur. Calculele realizate cu ajutorul teoriei lui Newton prevedeau ca deplasarea periheliului lui Mercur ar trebui sa fie de $532''$ pe secol; astronomul francez Le Verrier a fost acela care a aratat in urma observatiilor facute in 1859 ca aceasta deplasare este, in realitate, ceva mai mare, de $574''$ pe secol. Apare astfel, in cazul periheliului lui Mercur, o diferenta de $42,9''$ pe secol intre deplasarea observata si cea calculata cu teoria lui Newton. Timp de o jumatate de veac aceasta diferenta a dat de cap astronomilor, neputandu-se cunoaste cauza ei. Astronomul american Newcombe a aratat ca diferenta de $42,9''$ nu poate fi datorata nici determinarilor

gresite ale maselor planetare, nici prezentei in sistemul solar a unei planete necunoscute (planeta ipotetica Vulcan),nici existentei in jurul Soarelui a unei pulberi cosmice (cum s-a crezut la un moment dat). Singura explicatie,sustinea Newcombe, nu poate fi deca imperfectiunea legii lui Newton. Astronomii nu au acceptat aceasta explicatie , dar nici nu au propus alta mai convenabila.Explicatia a fost gasita de Einstein in 1916 cu ajutorul teoriei generale a relativitatii ce justifica exact diferenta de 42,9'' pe secol pentru periheliul lui Mercur scotand din impas astronomia teretica si obtinand un triumf remarcabil al teoriei einsteiene a gravitatie

In rezolvarea ''problemei celor doua corpuri'' data de Einstein(studiul nu se mai face intr-un spatiu euclidian ci intr-un spatiu riemannian unde postulatele euclidiene nu mai sunt valabile) pentru un sistem fomat din Soare si Mercur pentru calculul rotatiei $\delta\varphi$ a periheliului planetei Mercur in decursul a 100 de ani pamantesti se tine cont de faptul ca perioada de rotatie T a planetei Mercur este de 88 de zile tereste .Rotatia periheliului planetei este egala cu $365/88(\Delta\varphi)$. Rezultatul obtinut astfel este exprimat in radiani; pentru exprimarea in secunde de arc trebuie sa inmultim numarul precedent cu $(180^\circ/\pi)360^\circ$.Efectuand calculele obtinem :

$$\delta\varphi \approx 42,9''$$

Acest rezultat arata ca daca avem in vedere un camp garvitational puternic , cum este cel generat de Soare , previziunile teoriei relativiste a gravitatiei difera de rezultatele newtoniene. In timp ce traiectoria eliptica a planetelor este fixa in cazul newtonian , in cazul teoriei einsteiniene , in aceeasi situatie fizica traiectoria executa o miscare de rotatie in sensul in care se deplaseaza planetele pe orbitele lor . Rezultatele obtinute , confruntate cu datele furnizate de observatiile astronomice confirma corectitudinea variantei einsteiniene infirmand-o pe cea newtoniana.

Aceste calcule pot fi efectuate si in cazul celorlalte planete. Rezultatele obtinute de Einstein inca din 1915 , pentru planetele Venus , Pamant , respectiv Marte au urmatoarele valori numerice:

$$\delta\varphi=8,6''; \quad \delta\varphi=3,8''; \quad \delta\varphi=1,35''$$

Aceste valori foarte mici prevazute de teoria relativista a gravitatiei explica din ce cauza observatiile astronomice nu indica miscarea periheliului planetelor mentionate; orbitele acestor planete sunt aproape circulare , excenitricitatea lor fiind mai mica decat cea a orbitei planetei Mercur, avansurile periheliilor lor fiind foarte mici. Observatiile astronomice confirma teoria relativista a gravitatiei.