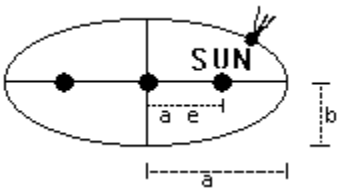
قوانین کپلر

در اواخر قرن شانزدهم و اوایل قرن هفدهم یوهان کپلر ستاره شناس معروف آلمانی توانست با استفاده از تجربیات بیست ساله منجم دانمارکی تیکوبراهه سه قانون زیر را بدست آورد. بعدا ایزاک نیوتون به تصحیح و تکمیل این قوانین پرداخت.این قوانین از مهمترین و معروفترین قوانین نجوم هستند.

قانون اول کپلر یا قانون بیضوی ها

مدار هر سیاره به شکل یک بیضی است که خورشید در یکی از کانونهای آن قرار دارد .

که میتوان از این مطلب این را نتیجه گرفت که فاصله سیاره تا خورشید به لحاظ واقع بودن بر مدار بیضی دارای حداقل و حداکثر است.(شکل 1) کپلر بیش از 20 سال برای درک چگونگی مدارات سیارات زحمت کشید او مدلهای مختلفی را امتحان نمود ولی سرانجام نشان داد که صفحه مداری سیاره ها از خورشید می گذرد و کشف کرد که شکل مداری سیارات به صورت بیضی است .این قانون در سال 1609 میلادی انتشار یافت.

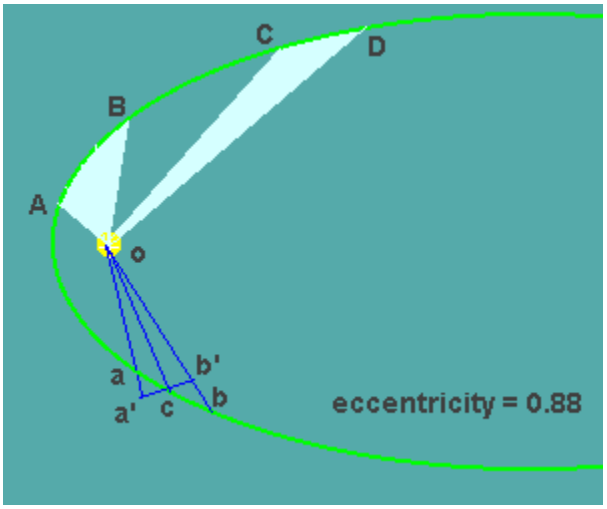


شکل 1

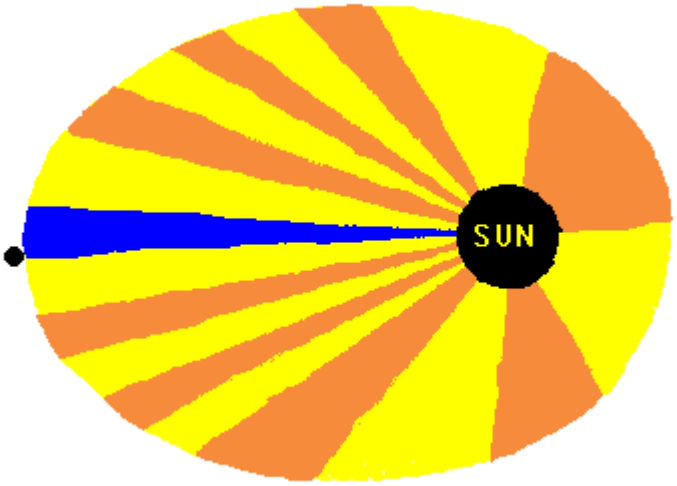
قانون دوم کپلر یاقانون مسطح معادل

خط مستقیم واصل سیاره و خورشید (شعاع حامل یک سیاره)، در فواصل زمانی مساوی مساحتهای مساوی را در فضا جاروب می کند.

یعنی برای مثال در شکل2سیاره ای در مدت 1 ماه از Aبه B می رود . مدت زمانی که از Cبه D می رود نیز یک ماه است اما اکنون از خورشید دورتر است بنابراین فاصله Aتا B باید بیشتر باشد تا سیاره در همان مدت یک ماه مساحتی برابر با مساحت اول را جاروب کند . به همین دلیل سیاره هنگامی که به خورشید نزدیکتر است با سرعت بیشتری حرکت می کند. برای فهم بیشتر به شکل 3 توجه کنید .



شکل۲



شکل 3

قانون سوم کپلریا قانون هارمونیک

نسبت مجذور زمان تناوب گردش دو سیاره برابر است با نسبت مکعب نیم قطر اطول آنها

کپلر برای بدست آوردن این فرمول 7 سال تلاش کرد . در آن زمان فاصله واقعی میان خورشید و سیارات معلوم نبود اما محاسبه نسبت فاصله یک سیاره تا خورشید به فاصله زمین تا خورشید میسر بود . مثلا کپلر می دانست که نیم قطر اطول مدار مریخ تقریبا 1.5 برابر نیم قطر اطول مدار زمین است . حال او متوجه شد اگر در هر سیاره نیم قطر اطول را به توان 3 و دوره گردش(p) را به توان 2 برسانیم . دو رقم بدست آمده باهم برابر می شوند و فقط اختلافهای اندکی برای برجیس (مشتری) و کیوان (زحل) دیده می شود .این مطلب را می توان به صورت p^2^=r^3^ نوشت که درآن p برحسب سال و r برحسب واحد نجومی (نیم قطر اطول زمین) است .می توانیم برای اندازه گیری دور گردش سیاره واحد روز و برای فاصله

کیلومتر را انتخاب کنیم . در این صورت نباید انتظار داشته باشیم p^2^=r^3^ بلکه باید رابطه را بصورت p^2^=kr^3^ بنوسیم که در آن k ضریب ثابت است و مقدارش به واحد ها بستگی دارد . برای مشخص کردن این موضوع معادله را می توان به این صورت نوشت :

(^r1)^3^/(r2)^3^=(p1)^2^/(p2)^2

که r1وp1 برای جرمی که میخواهیم این مقادیر را برایش بدست آوریم و 2r2,p معمولا برای زمین یا جرمی که این دو مقدار برای آن اندازه گیری شده است .

منابع:

نجوم و اخترفیزیک مقدماتی جلد اول. زیلیک واسمیت. ترجمه دکتر جمشید قنبری - زنده یاد دکتر تقی عدالتی، انتشارات دانشگاه امام رضا

نجوم دینامیکی. رابرت تی دیکسون. ترجمه احمد خواجه نصیر طوسی ،مرکز نشر دانشگاهی تهران

زمین در فضا ، مهندس احمد دالکی ، دانشگاه شهید بهشتی

http://www.go.ednet.ns.ca/~larry/orbits/kepler.html

http://home.cvc.org/science/kepler.htm

http://www.kepler.arc.nasa.gov/johannes.html

تعابیر فیزیکی قوانین کپلر

قانون اول را را به همان صورت می پذیریم و به سراغ قوانین دوم و سوم می رویم :

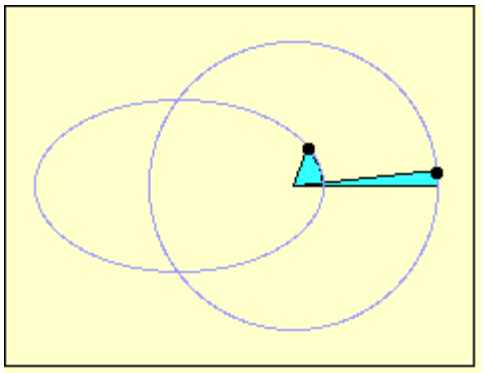
قانون دوم کپلر

نیوتون به منظور به دست آوردن سه قانون تجربی کپلر ، قوانین حرکت و گرانش اش را با یکدیگر ترکیب کرد : و برای قانون دوم این روابط را برای بدست آوردن سرعت در نقطه اوج و حضیض را بدست آورد:

V=(2лA/P)[(1+e)/(1-e)]^1/2^ برای نقطه حضیض (نزدیکترین فاصله)

V=(2лA/P)[(1-e)/(1+e)]^1/2^ برای نقطه اوج (دورترین فاصله)

که A فاصله متوسط یا همان نیم قطر اطول با واحد AU(فاصله متوسط زمین) و P دوره تناوب با واحد سال زمینی و e خروج از مرکز بیضی می باشد . که می توان فهمید که سرعت سیاره در نقطه حضیض از نقطه اوج بیشتر است .شکل 4



شکل ۴

قانون سوم کپلر

نیوتون توانست این قانون را به صورت زیر درآورد و از قوانین خودش این قاون را اثبات کند :

a^3^/G(m1+m2^2^p^2^=4л)

حال اگر زمان تناوب نجومی pرا بر حسب سال و نیم قطر اطولa را بر حسب AU اندازه بگیریم ، ساده سازی خوبی بدست می آید:

mp/M+1=a^3^/p^2^

این فرمول بالا برای نسبتهای زمینی است. برای تشکیل هر نسبتی می توان از فرمول زیر استفاده کرد :

(a/A)^3^=(p/P)^2^[(m1+m2)/M1+M2)]

که در بالا سیستم دوتایی m1و m2 با دوره تناوب pو نیم محور اطول a با سیستم استاندارد(حروف بزرگ) سنجیده میشود. برای اجسامی که خورشید را دور می زنند یا برای ستارگان دوتایی دستگاه استاندارد سیستم خورشید - زمین است :P بر حسب سال .Aبرحسب AU و همه اجرام خورشیدی بر حسب جرم خورشید M1 . برای اقمار سیاره ای از سیستم ماه - زمین استفاده می کنیم که P=27.3 ،
A=3.84*10^5^ و M1+M2 در مجموع جرم زمین در نظر گرفته می شود (یا 5.976 *10 ^24^ kg)

در مواردی مانند خورشید و یک سیاره یا سیاره و قمر آن معمولا جرم مجموع را همان جرم جرم بزرگتر در نظر می گیریم چون اختلاف فاحشی به وجود نمی آید.

در صورت مشکل در فرمولها و توضیحات حتما خبر دهید .

منابع:

نجوم و اخترفیزیک مقدماتی جلد اول. زیلیک واسمیت. ترجمه دکتر جمشید قنبری - زنده یاد دکتر تقی عدالتی، انتشارات دانشگاه امام رضا

نجوم دینامیکی. رابرت تی دیکسون. ترجمه احمد خواجه نصیر طوسی ،مرکز نشر دانشگاهی تهران

زمین در فضا ، مهندس احمد دالکی ، دانشگاه شهید بهشتی

http://www.go.ednet.ns.ca/~larry/orbits/kepler.html

http://home.cvc.org/science/kepler.htm

http://www.kepler.arc.nasa.gov/johannes.html

نقـــل از گـروه نابقـــــه ها
http://groups.yahoo.com/group/nabegheha