زمین در فضا

مدرس: دکتر مهدی چوبینه

منابع قابل استفاده:

۱- قرآن مجید سوره‌های بقره، آیات ۲۹، ۱۶۳، ۱٦٤ و ۱۸۹[1]

انعام، آیات ۹٦ و ۹۷

توبه، آیه ۳٦

یونس، آیات ٥ و ٦

حجر، آیات ۱٦ و ۱۷

اسرا، آیه ۱۲

انبیاء، آیه ۳۳

مؤمنون، آیه ۱۷

یس (یاسین)، آیات ۳۷ تا ٤۰

صافات، آیات ٦ تا ۸

فصّلت، آیه ۳۷

ملک، آیه ٥

النّباء، آیات ۱۱ و ۱۲

نازعات، آیات ۲۷ تا ۳۰

تکویر، آیات ۱ تا ٦ و ۱۱

الانفطار، آیات ۱ تا ۳

الانشقاق، آیات ۱ تا ۳

الطارق،آیات ۱ تا ۳

الفجر، آیه ۲۱

الشمس، آیات ۱ تا ٦

زلزال، آیات ۱ تا ۳

القارعه، آیه ٥

۲- راز آفرینش جهان، ژرژ گاموف، ترجمه رضا اقصی، انتشارات جامی، ۱۳٦۳.

۳-اصول و مبانی جغرافیای ریاضی(زمین در فضا)، دکترتقی عدالتی و حسن فرخی، آستان قدس رضوی، ۱۳۷٤

٤- ستاره‌شناسی عملی با ماشین‌حساب، پیتر دوخت اسمیت، ترجمه سیداحمد سیّدی نوقابی، ۱۳٦٥

٥-زمین در فضا، دکتر امین سبحانی، دکتر قریب و دکتر یعقوب‌پور، نشر آفتاب، ۱۳٦۳

٦-گرفتگی‌های ماه و خورشید، بریان بریور، ترجمه محسن مدیرشانه‌چی، آستان قدس رضوی، ۱۳٦٥

۷-جغرافیای ریاضی، دکتر محمود حریریان، دانشگاه پیام‌نور، ۱۳۷۰

۸- حرکت در آسمان، عبدالجلیل مستشاری، دروس بنیادی علوم دانشگاه آزاد ایران، ۱۳٥۷

۹-زمین و آسمان و ستارگان ازنظر قرآن، دکتر محمد صادقی، تهران، کتاب‌فروشی بوذرجمهری، ۱۳٤۹

۱۰- کسوف حلقوی، منظره‌ای از اعجاز و شگفتی، ترجمه مهندس عباسعلی صالح‌آبادی، مجله سپهر، شماره ۱٥ ص ۷[۲]

۱۱- گرد جهان، مجله سپهر، شماره ۱۱ ص ۲٥

۱۲- تولد و مرگ عالم، جان گریبین، شماره ۲٤۰ مجله پیام یونسکو، خرداد ۱۳۷۳، ص ۳٦

۱۳- پدیده بین‌الطلوعین و تأثیر آن بر مدت روشنایی روز، ترجمه مجید اونق، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۱۱ص ۱۳

۱٤- آیا شبانه‌روز می‌تواند بیش از ۲٤ ساعت باشد؟ دکتر امین سبحانی، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۱۲ ص ٥۹

۱٥- شبانه‌روز، دکتر ایرج ملک‌پور، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۱٤ ص ٥٦

۱٦- محاسبه اوقات شرعی، دکتر محمدتقی عدالتی، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۱٦ ص ۱۹

۱۷- گرینویچ و طول جغرافیایی، دکتر مسعود مهدوی، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۱٦ ص ۳٦

۱۸- سیاره و زمین، فخری هاشمی‌تهرانی، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۱٦ ص ٤٦

۱۹- آخرین نظریه درمورد تشکیل سیارات، ترجمه دکتر محسن‌پورکرمانی، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۱٦ ص ٦۸

۲۰- تکوین نظریه چگونگی پیدایش عالم، دکتر محسن پورکرمانی، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۳۰ ص ۳۱

۲۱- جدیدترین نظریه درمورد پیدایش ماه، دکتر محسن پورکرمانی، رشد آموزش جغرافیا، شماره ١٤ ص ١٦

۲۲- دیداری با جهان اسرارآمیز، دکتر عبدالکریم قریب، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۷ ص ٤٩(دنباله‌دارها)

۲۳- ستارگان دنباله‌دار، دکتر عبدالکریم قریب، رشد آموزش جغرافیا، شماره ٤ ص ٤٠

٢٤- فاجعه‌ای که کره زمین را تهدید می‌کرد، دکتر محسن‌پورکرمانی، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۱۸ ص ۵۳

۲۵- مسائلی چند درباره شکل زمین، ترجمه مجید اونق، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۱۹ و ۲۰ ص ۲۹ و ص ٢٤

٢٦- معادله زمان و تقویم نجومی، ترجمه مجید اونق، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۱۲ ص ۱۵

۲۷- صورت‌های فلکی، فروغ هاشمی‌تهرانی، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۱۷ ص ۲۹

۲۸- نگرشی جدید بر پدیده‌ی جزر و مد و نتایج آن بر روی زمین، دکتر تقی عدالتی، رشد آموزش جغرافیا، شماره ۳۵ ص ۲۵

۲۹- اصل «بیگ بانگ» و اعجاز قرآن، احمد شماع‌زاده، روزنامه اطلاعات ٢٠١٧٦-٧٣/٢/٣، ص ٧[٣]

۳۰- اثبات علمی تاریخ دقیق عید سعید فطر در کشورهای اسلامی، مهندس ماشاا... علی‌احیایی، روزنامه ایران ۳۱-۷۳/۱۲/۸، ص ۱۰

۱- کتاب

۲- مقاله مجلات

۳- مقاله روزنامه

جغرافیای ریاضی: دانشی است که درمورد پیدایش زمین و منظومه شمسی و موقعیت زمین در فضا بحث می‌کند. در این علم، ارتباط کهکشان راه شیری با جهان و مشخصات عمده‌ی اعضای منظومه شمسی مورد بررسی قرار می‌گیرد که در این بین توجه و تأکید بیش‌تر بر سیاره زمین می‌شود. از دیگر مباحث این رشته، بحثی در رابطه با زمان و فضا می‌باشد.

نجوم (Astronomy): علمی است که درخصوص فیزیک و مورفولوژی قسمتی از جهان در ماورای آتمسفر زمین بحث می‌کند. در این رشته از علوم، محاسبات و تفسیر تئوری‌ها، ابعاد، پراکندگی، حرکات ترکیبات و چگونگی تکامل اجرام و پدیده‌های سماوی نیز گفت‌وگو می‌شود.

کیهان: عبارت از مجموعه کلیه مواد و تشعشعات و فضایی که آن‌ها را اشغاع کرده‌اند. (Universe)

کهکشان (galaxy): عبارت است از اجتماع عظیمی از ستارگان که در حالت معمولی دارای میلیون‌ها تا صد هزار میلیون ستاره می‌باشد.

کهشکان راه‌شیری (Galaxy , Milky way): پهنه‌ای از نور که به دور آسمان پیچیده و معلول وجود ستارگان بسیار زیاد و هم‌چنین بخش نور سحابی‌های واقع در نزدیکی صفحه و سطح راه شیری است. تعداد ستاره‌های این مجموعه بین صد میلیارد تا چهارصد میلیارد برآورده شده است.

سحابی (Nebula): ابری از گاز یا غبار که بین ستارگان قرار گرفته است.

ستاره (Star): کره‌ی گازی که از خود نور ساطع می‌نمایند مانند خورشید.

سیاره (Planet): به هر یک از ۹ جرم سماوی که به دور خورشید در حرکت هستند، سیاره می‌گویند.

سیارک (Minor Planet, Asteroid): هر یک از ده‌ها هزار سیارات کوچکی که اندازه‌ی قطر آن‌ها از چند صد کیلومتر تا کم‌تر از یک کیلومتر می‌باشد، سیارک می‌گویند و در مداری بین مریخ و مشتری به دور خورشید در حرکت هستند.

نواختر (Nova): ستاره‌ای که به ناگهان دچار انفجار و گسیل انرژی فراوان گشته و نورتابی آن موقتاً صدها تا هزارها بار افزایش می‌یابد.

سوپر نواختر (Super nova): ستاره‌ای انفجاری که نورتابی آن به ناگهان صدها هزار تا صد میلیون برابر افزایش می‌یابد.

پلسار (Pul Sar): منبع متغیر رادیویی که ازنظر اندازه و زاویه‌ای کوچک بوده و از خود پالس‌های رادیویی در مقطع زمانی بسیار دقیق بین ۰/۰۳ تا ۵ ثانیه ارسال می‌دارد. این ستارگان سیاه کامل هستند.

کواسار (quasar): جسمی ستاره مانند که از نوترون خالص تشکیل شده‌اند و دارای جرم بی‌نهایت به‌طوری که یک حبه قند در سطح کوسارها، میلیون‌ها تن وزن خواهد داشت. وقتی جرم کواسارها به بی‌نهایت کامل برسد، متلاشی و منفجر می‌شوند.

کوتوله سفید (White dwarf): ستاره‌ای که قسمت اعظم سوخت هسته‌ای آن به اتمام رسیده و با فروپاشی، به اندازه بسیار کوچک تبدیل می‌شود و به‌نظر می‌رسد که در پایان راه تحول خود باشد.

کوتوله سیاه (Black dwarf): مرحله نهایی از تحولات احتمالی ستارگان که د رآن کلیه‌ی منابع انرژی تمام گشته و دیگر تشعشعی ندارد.

حفره سیاه (Black hole): جسمی فرضی که سرعت گریز آن برابر یا بزرگ‌تر از سرعت نور بوده و در نتیجه هیچ تشعشعی از آن رهایی نمی‌یابد.

صورت فلکی(Costelation): مجموعه‌ای از ستارگان آسمان که باهم یک نام گرفته‌اند. این اسامی ممکن است از اجسام، انسان‌ها، حیوانات و یا منطقه‌ی خاصی از آسمان باشد. از ۸۸ صورت فلکی موجود، ۱۲ مورد آن روی دایره‌البروج قرار گرفته‌اند که عبارت‌اند از:

حمل= بره　　ثور= گاو　　جوزا= دوپیکر　　سرطان= خرچنگ　　اسد= شیر

سنبله= خوشه　　میزان= ترازو　　عقرب= کژدم　　قوس= کمانکش　　جدی= بزغاله

دلو= ظرف آب　　حوت= ماهی

و بقیه در نیمکره شمالی و جنوبی پراکنده‌اند. مانند دب اکبر در شمال

طبقه‌بندی کهکشان‌ها

بررسی‌های به‌عمل آمده حاکی از آن است که مجموعه‌ی کهکشان‌ها را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود:

۱. کهشکان مارپیچی (معمولی، میله‌ای)

۲. کهکشان بیضوی (مانند کهکشان مارپیچی است ولی بدون بازو)

۳. کهکشان غیرمنظم

تعداد ستارگان هر یک از انواع کهکشان‌ها بسیار متفاوت‌اند. کهشکان‌های مارپیچی دارای مجموعه‌ای از ستارگان جوان و پیر هستند. در بازوها، ستارگان غول‌پیکر سفید، ستارگانی مانند خورشیدها کوتوله‌های سفید در حال مرگ و گاز و گرد و غبار موجود است و در قسمت مرکزی بیش‌تر ستاره‌های غول‌پیکر قرمز پیر قرار دارند.

در کهکشان‌های بیضوی، اجرام بزرگی تشخیص داده‌اند که اکثر آن‌ها از نوع ابرغول قرمز هستند. هم‌چنین نمونه‌های ریز وجود دارد که شامل ستاره‌های قرمز کم فروغ می‌باشند. عدم وجود غبار و گاز مؤید این نظر است که ستاره‌ی جدیدی در این سیستم ستاره‌ای ساخته نمی‌شود. این کهکشان‌ها جزء کم‌نورترین کهکشان‌ها هستند.

کهکشان‌های غیرمنظم مانند ابرهای ماژلانی شامل تعداد زیادی ستاره جوان و سحابی می‌باشند که از آن‌ها ستاره‌های جدید ساخته می‌شوند.

تاریخچه‌ی مطالعات جغرافیای ریاضی

۱. کلادیوس بطلمیوس- ۱۵۰ سال بعد از میلاد- نظریه زمین مرکزی به مدت ۱۵۰۰سال تا قرن ۱۶
۲. نیکلاس کوپرنیک، ۱۵۴۳ م- خورشید مرکزی-
۳. یوهانس کپلر
٤. لیلو گالیله
۵. اسحاق نیوتن

قوانین کپلر

۱. هر سیاره در گردش به دور خورشید بر روی یک مدار بیضی شکل حرکت می‌کند که خورشید در یکی از دو کانون آن قرار دارد (پس هر سیاره یک نقطه‌ی اوج و یک نقطه‌ی حضیض یعنی نزدیک دارد.)
۲. زمین در زمان‌های مساوی سطوح مساوی را طی می‌کند نه قوس‌های مساوی را یعنی زمین وقتی به خورشید نزدیک‌تر است، سریع‌تر حرکت می‌کند و وقتی دور است، کندتر حرکت می‌کند.

۳. بین فاصله و مدت گردش زمین به دور خورشید رابطه وجود دارد. اگر زمان حرکت انتقالی یک سیاره را به T و سیاره‌ی دیگر را t و فاصله‌ی سیاره‌ی اول تا خورشید را D و سیاره‌ی دوم را d فرض کنیم، این نسبت برقرار می‌شود.

نگاهی اجمالی به فرضیه‌های تکاملی جهان

کهکشان راه شیری و موقعیت منظومه شمسی: کهکشانی که ما در آن زندگی می‌کنیم، یک کهکشان مارپیچی است به نام کهکشان راه شیری (عوام به آن راه مکه نیز می‌گویند چون درجهت شمال شرقی- جنوب غربی در آسمان مشاهده می‌شود) طول آن ۱۰۰۰۰۰ سال نوری است. خورشید و سیارات منظومه‌ی شمسی در فاصله ۳۲۰۰۰ سال نوری از مرکز این کهکشان قرار گرفته است. قطر کهکشان راه شیری در مرکز آن برابر با ۲۰۰۰۰ سال نوری و قطر بازوی آن حدود ۳۰۰۰ سال نوری می‌باشد.

منظومه شمسی در درون و همراه با بازوی کهکشان راه شیری با سرعتی معادل ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتر در ثانیه به حول مرکز کهکشان می‌چرخد. اگر سرعت آن را متوسط ۲۵۰ کیلومتر در ثانیه درنظر بگیریم، حدود ۲۰۰ میلیون سال طول خواهد کشید که این مجموعه‌ی بسیار عظیم یک دور به حول محور خود بچرخد و در این چرخش کلیه‌ی ستارگان راه شیری که حداقل ۱۰۰میلیارد برآورد شده‌اند، به همراه متعلقات خود در حرکت خواهند بود.

کهکشان راه شیری از پهلو و موقعیت منظومه‌ی شمسی

منظومه‌ی شمسی: تا به امروز منظومه‌ی شمسی دارای ۹ سیاره و ۶۰ قمر می‌باشد که به ترتیب از سمت خورشید یعنی از درون به بیرون عبارت‌اند از: عطارد (تیر)- زهره (ناهید)- زمین- مریخ (بهرام)- مشتری- زحل- اورانوس- نپتون- پلوتون

هم‌چنین بین مریخ و مشتری تعداد زیادی سیارک و ستاره دنباله‌دار در حرکت هستند که احتمال دارد بقایای یک سیاره‌ی متلاشی شده باشند.

خورشید: خورشید تنها ستاره‌ی منظومه‌ای که زمین و ۸ سیاره‌ی دیگر به دور آن می‌گردند و نور و حرارت و انرژی و میدان جاذبه‌ی آن امکان زندگی را برای ساکنین زمین فراهم آورده است. انسان‌های نخستین، خورشید را به عنوان خدای هستی بخش پرستش می‌کردند. در سیستم کره زمین، خورشید به عنوان یک منبع مهم ورودی انرژی به حساب می‌آید. از جمله دلایلی که سبب توجه دانشمندان به ستاره خورشید شده است، عبارت‌اند از:

۱. تنها منبع انرژی برای سیاره زمین در گذشته، حال و آینده می‌باشد.
۲. هیچ‌گونه آلودگی برای سیاره زمین به‌وجود نمی‌آورد. (در زمان حاضر با تخریب لایه ازون، بخشی از تشعشعات زیان‌آور خورشید به موجودات ساکن زمین می‌رسد.)
۳. نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که با پی بردن به رازهای آن می‌توان درمورد سایر ستارگان نیز اطلاعاتی به‌دست آورد.
٤. مستقیماً بر شرایط جوی اثر می‌گذارد و شرایط متفاوت اقلیمی را فراهم می‌آورد.
۵. بر سیستم‌های ارتباطی اثر می‌گذارد.

خورشید از دیدگاه ارقام

- قطر خورشید ۱/۳۹۲/۰۰۰ کیلومتر است. (۱۰۷ برابر زمین)
- جرم خورشید $۱/۹۸۹۱ \times ۱۰^{۳۳}$ گرم یا ۳۳۳۰۰۰ برابر زمین است.
- در هر ثانیه بیش از٤/۳ میلیون تن از جرم خود را ازدست می‌دهد.
- حرارت مرکز خورشید ۱۵/۵۰۰/۰۰۰ درجه کلوین [۱] است. حرارت سطحی آن ٦۰۰۰ درجه کلوین است. (۵۷۸۳)

[۱] – در بسیاری از بررسی‌های علمی برای ممانعت از کاربرد ارقام منفی، از مقیاس دمای مطلق (A یا K) استفاده می‌شود که مبنای آن صفر مطلق (۲۷۳–) است. این مقیاس به نام فرد کلوین مبتکر آن دمای کلوین نامیده می‌شود و نقطه انجماد آب (یا صفر درجه سلسیوس c) را ۲۷۳ فرض می‌کند. $K-۲۷۳ = C$

- فاصله‌ی متوسط آن تا زمین ۱٤۹/٥۹۷/۸۷۰ کیلومتر (۱٥۰ میلیون کیلومتر است).
- سن تقریبی آن ٤/٦ میلیارد سال است و تقریباً در نیمه‌ی عمر خود بسر می‌برد.
- سال کیهانی (مدت زمانی که به دور کهکشان می‌چرخد)، ۲۲٥ میلیون سال است.
- چرخش وضعی آن در منطقه استوایی ۲٥ روز و در قطب‌ها ۳٥ روز طول می‌کشد.

ساختمان خورشید

به دلیل حرارت زیاد خورشید، امکان بررسی سطحی و یا درون آن وجود ندارد. تنها آتمسفر خورشید را می‌توان بررسی نمود و یافته‌ها را به بخش‌های درونی تعمیم داد. به این ترتیب بین بخش خارجی و بخش داخلی را لایه‌ی شید سپهر یا نور کره (photo sphere) از هم جدا می‌سازد. انرژی خورشید در اثر واکنش هسته‌ای یعنی تبدیل چهار هسته اتم هیدروژن به هسته اتم هلیم تأمین می‌شود.

پدیده‌های خورشید

پدیده‌های خورشید عبارت‌اند از:

۱. لک‌های خورشیدی

۲. مشعل‌ها

۳. زبانه‌ها

٤. شراره‌ها

۱- ***لک‌های خورشیدی:*** لک‌های خورشیدی مناطق تاریک در سطح خورشید هستند که بر روی شیدسپهر ظاهر می‌شوند. در واقع این لک‌ها مناطقی خنک‌تر از سطح خورشید با حرارتی حدود ٤٥۰۰ درجه کلوین می‌باشد. قطر آن‌ها متفاوت است و بین ۲۰ ساعت تا ٦۰ روز می‌توانند دوام داشته باشند. دوره رؤیت این لکه‌ها حدود ۱۱ سال به طول می‌انجامد و در سال‌هایی که فعالیت‌های آن‌ها کاهش می‌یابد، حدود ۵۰ گروه لک در سال روی خورشید مشاهده می‌شود و در سال‌هایی که فعالیت لک‌ها شدت می‌یابد، این تعداد به ۵۰۰ تا بیش‌تر افزایش می‌یابد.

۲- ***مشعل‌های خورشیدی:*** لک‌های خورشید گاهی همراه با قسمت‌های نورانی هستند، آن‌ها را مشعل خورشیدی می‌نامند و در سطحی بالاتر از سطح لک‌های خورشیدی قرار می‌گیرند و در برخی مواقع ممکن است پس از ناپدید شدن لک‌های خورشیدی هنوز آن‌ها برجا می‌مانند. عمر متوسط این پدیده حدود ۱۵ شبانه‌روز است.

۳- ***زبانه‌های خورشیدی:*** زبانه‌های خورشیدی از سطح خورشید برخاسته و تا سطح خارجی آتمسفر خورشید (تاج) ادامه می‌یابند. گاهی طول آن‌ها به صدها هزار کیلومتر می‌رسد. این زبانه‌ها نتیجه‌ی پرتاب مواد از سطح خورشید به سمت بیرون است.

٤- ***شراره‌های خورشیدی:*** شراره‌ها در واقع روشن شدن کم دوام مناطقی از سطح خورشید هستند. عمر این پدیده از سایر پدیده‌های خورشیدی کم‌تر است.

باد خورشیدی

پدیده‌ای جالب که معلول خروج ذرات اتمی باردار از خورشید که اکثراً پروتن و الکترون می‌باشد. اثر بادهای خورشیدی بر دم دنباله‌دارها، ماهواره‌های مخابراتی ثبت شده است. پدیده شفق‌های قطبی یا اورارا ناشی از همین پدیده است. سرعت باد خورشیدی حدود ٤٠٠ کیلومتر در ثانیه است.

سیارات منظومه شمسی

سیارات منظومه شمسی به ترتیب فاصله از خورشید عبارت‌اند از:

عطارد (تیر، Mercury) پیام‌آور خدایان

زهره (ناهید، Venus) خدای عشق و زیبایی

زمین (ارض Earth)

مریخ (بهرام، Mars) خدای جنگ

مشتری (هرمز، برجیس Jupiter) خدای اعظم

زحل (کیوان Saturn) خدای کشاورزی

اورانوس (Uranus) خدای آسمان‌ها

نپتون (Neptune) خدای دریا

پلوتو (Pluto) پلوتون، خدای رومی و فرمانروای مرگ در زیر زمین

عطارد:

سطح این سیاره در یک سمت بسیار سرد و شبه یخبندان است و سمت مقابل خورشید مانند تنوری سوزان می‌باشد. حرارت سطح عطارد بین ۳۵۰ + تا ۱۷۰ – درجه سانتی‌گراد است. این کره هم‌چون ماه دارای گودال‌هایی است و فاقد آتمسفر می‌باشد.

طول حرکت وضعی عطارد: ۵۹ روز

طول حرکت انتقالی عطارد: ۸۸ روز

قطر سیاره عطارد: ٤٨٧٨ کیلومتر

فاصله از خورشید: ۵۸ میلیون کیلومتر

تعداد قمر: ۰

زهره:

دومین سیاره منظومه شمسی در فاصله ۱۰۸ میلیون کیلومتری از خورشید قرار دارد. زهره درخشان‌ترین سیاره در منظومه شمسی است و در صورتی که آدرس دقیق آن را در زمان مشاهده بدانیم، می‌توان با چشم عادی و حتی گاهی در موقع روز آن را مشاهده نمود. حرکت وضعی زهره برخلاف حرکت وضعی زمین است (موافق عقربه‌های ساعت). حرارت سطح رو به خورشید این سیاره ٤٥٠ درجه سانتی‌گراد است. اطراف زهره را ابری ضخیم به قطر ۲۰ کیلومتر پوشانده است که امکان بررسی تلسکوپی را از بین می‌برد.

طول حرکت وضعی زهره: ۲٤۷ روز

طول حرکت انتقالی زهره: ۲۲۵ روز

قطر سیاره زهره: ۱۲۱۰۰ کیلومتر

فاصله از خورشید: ۱۰۸ میلیون کیلومتر

تعداد قمر: ۰

مریـــخ:

مریخ سیاره‌ای است به رنگ سرخ که در قسمت قطب‌ها، لکه‌های سفید رنگ مشاهده می‌شود. تا مدت‌ها این تصور وجود داشت که این لکه‌ها، برف‌های قطبی مریخ هستند. اطلاعات به‌دست آمده توسط مریخ‌نوردها نشان داد که این لکه‌ها دی‌اکسیدکربن جامد هستند.

حرکت وضعی مریخ: ٢٤ ساعت و ۳۷ دقیقه

حرکت انتقالی مریخ: ۱/۸۸ سال (٦٨٧ روز)

فاصله تا خورشید: ۲۲۸ میلیون کیلومتر

تعداد قمر: ۲ قمر به نام‌های فوبوس با قطر ۲۲ کیلومتر و دیموس با قطر ٦ کیلومتر

مشتری:

بزرگ‌ترین سیاره منظومه شمسی است. به جهت جرم سنگین آن بر روی اجسامی که از کنارش عبور می‌کنند از جمله دنباله‌دارها، سیارک‌ها و... اثر می‌گذارد و باعث انحراف در مسیر آن‌ها می‌شود. در سطح این سیاره طوفان‌هایی با سرعت حدود ٤٠٠ کیلومتر در ساعت تشخیص داده شده است. در سطح مشتری لکه قرمز رنگی مشاهده می‌شود که در واقع یک سیستم طوفانی است که به دور خود می‌چرخد. قسمت بیرونی این لکه هر ٦ روز یک بار به دور خود می‌چرخد در حالی که قسمت وسط آن تقریباً بی‌حرکت است. قطر این لکه به حدود ٢٥٠٠٠ کیلومتر می‌رسد و از ابرهای اطراف بالاتر قرار گرفته است.

طول حرکت وضعی مشتری: ٩ ساعت و ٥٠ دقیقه (سریع‌ترین سیاره منظومه شمسی)

طول حرکت انتقالی مشتری: ١١/٨٦ سال

قطر سیاره مشتری: ١٤٢٨٠٠ کیلومتر است

فاصله تا خورشید: ٧٧٨ میلیون کیلومتر

تعداد قمر: ١٦ قمر دارد، ٤ قمر آن بزرگ‌تر است که به وسیله‌ی گالیله کشف شدند، به نام‌های: آیو- پوروپا- گانی‌مید- کالیستو

زحل:

زیباترین سیاره منظومه شمسی که شهرتش به لحاظ حلقه‌های اطراف این سیاره می‌باشد. این حلقه‌ها ممکن است از متلاشی شدن قمری در اطراف زحل تشکیل شده باشد و یا ذراتی است که هرگز به هم نچسبیده‌اند تا قمری بسازند. تعداد حلقه‌های اطراف زحل به هزاران حلقه می‌رسد با این وجود ٣ حلقه از بقیه پهن‌تر می‌باشد.

حرکت وضعی زحل: ١٠ ساعت و ١٤ دقیقه

حرکت انتقالی زحل: ٢٩/٥٩ سال

قطر سیاره زحل: ١١٩٤٠٠ کیلومتر

فاصله تا خورشید: ٩/٥ واحد نجومی یا ١/٤٢٧/٧٠٠/٠٠٠ کیلومتر

تعداد قمر: ۲۲ قمر، ٤ قمر بزرگ آن عبارت‌اند از: تیتان، رآ (Rhea) یا پتوس و دیون

اورانوس:

این سیاره نیز مانند زهره حرکتی رجعی یعنی برخلاف حرکت چرخش زمین دارد که علت آن نامعلوم است. سطح آن را گاز هیدروژن و متان پوشانده است. درجه حرارت سطح آن ۱٦۰- درجه سانتی‌گراد است.

حرکت وضعی اورانوس: ۱۰ ساعت و ٤۹ دقیقه

حرکت انتقالی اورانوس: ۸٤ سال

قطر اورانوس: ٥۱۸۰۰ کیلومتر

فاصله تا خورشید: ۱۹/۲ واحد نجومی (۲۸۷۰ میلیون کیلومتر)

تعداد قمر: ۱٥ قمر که ٥ قمر بزرگ‌تر آن عبارت‌اند از: میراندآ- آریل- اومبری‌یل- تیتانیا- اوبروت

نپتون:

نپتون از نظر فیزیکی همزاد اورانوس است. به لحاظ دارا بودن آتمسفر غلیظ قدرت انعکاس نسبی زیادی از نور خورشید را دارد. این سیاره در سال ۱۸٤٦ کشف شد و باتوجه به این که طول حرکت انتقالی آن به دور خورشید ۱٦٤/۸ سال طول می‌کشد. از زمان کشف آن تقریباً در سال ۲۰۱۱ یک دور به دور خورشید خواهد گشت.

حرکت وضعی نپتون: ۱۸/٥ ساعت

حرکت انتقالی نپتون: ۱٦٤/۸ سال

قطر نپتون: ٤۹٥۰۰ کیلومتر

فاصله تا خورشید: ۳۰/۰٦ واحد نجومی یا ٤/٤۹٤ میلیارد کیلومتر

تعداد قمر: ۲ قمر

پلوتـــو:

نام خدای مرگ را به لحاظ تصور عدم هرگونه حیات در آن و یخبندان دائم به این سیاره داده‌اند. مدار این سیاره دارای ضریب خروج از مرکز حداکثر است؛ بنابراین، به مدار نپتون نیز وارد می‌شود به

طوری که در حضیض خورشیدی فاصله‌اش از نپتون نسبت به خورشید کم‌تر می‌شود ولی هیچگاه این دو سیاره به هم برخورد نخواهند داشت زیرا زاویه‌ی انحراف آن‌ها نسبت به هم زیاد است.

حرکت وضعی پلوتو: ٦ روز و ٩ ساعت و ١٦ دقیقه

حرکت انتقالی پلوتو: ٢٤٨ سال

قطرپلوتو: ٣٠٠٠ کیلومتر

فاصله تا خورشید: بین ٣٩/٥ تا ٢٩/٧ واحد نجومی یا ٤/٤ تا ٥/٩ میلیارد کیلومتر

تعداد قمر: ١ قمر

سیارک‌ها (خرده سیاره‌ها):

حدود ١٠٠/٠٠٠ سیارک بین مریخ و مشتری در کمربندی با فاصله ٢/٣ تا ٣/٣ واحد نجومی به دور خورشید می‌چرخند. به‌نظر می‌رسد که سیارک‌ها در جمع شاید کره‌ای منفجر شده باشند. جهت حرکت آن‌ها مانند سیارات است. بزرگ‌ترین آن‌ها سرس با قطر ٦٨٦ کیلومتر می‌باشد. گردش یک دور آن‌ها به دور خورشید ٤/٦ سال طول می‌کشد.

دسته‌بندی سیارات خانواده خورشید

یکی از ساده‌ترین تقسیم‌بندی سیارات منظومه‌ی شمسی آن است که باتوجه به مشخصات فیزیکی آن‌ها را در مقایسه با زمین دسته‌بندی نماییم به این ترتیب سیارات عطارد، زهره و مریخ را که خواص فیزیکی مشابه زمین دارند به همراه زمین سیارات زمینی می‌نامیم و سیارات مشتری، زحل، اورانوس و نپتون را که شبیه به مشتری هستند، سیارات مشتری به حساب می‌آوریم. البته ممکن است بر مبناهای دیگری نیز این تقسیم‌بندی‌ها انجام شود. مثلاً بر مبنای مدار سیارات نسبت به مدار سیاره زمین برمبنای این موضوع سیارات عطارد و زهره به نام سیارات تحتانی و بقیه ی سیارات به سیارات فوقانی نسبت به زمین محسوب می‌شوند. تقسیم‌بندی دیگر شامل سیارات خاکی و سیارات غول باشد که هم‌چون دسته‌بندی سیارات زمینی و غیرزمینی براساس مشخصات فیزیکی سیارات انجام می‌شود. برخی نیز نسبت به کمربند سیارک‌های بین مریخ و مشتری تقسیم بندی سیارات را انجام داده‌اند که بر این اساس، سیارات عطارد،

زهره، زمین و مریخ سیارات داخلی و مشتری، زحل، اورانوس، نپتون و پلوتو سیارات خارجی محسوب می‌شوند.

زمیـــــن:

زمین تنها سیاره قابل سکونت در حال حاضر در منظومه شمسی است. زمینی که همه‌ی ما بر روی آن زندگی می‌کنیم، از فضا هم‌چون جواهری آبی و سفید می‌درخشد. زمین، سومین سیاره به لحاظ نزدیکی به خورشید است و ازنظر بزرگی، پنجمین سیاره محسوب می‌شود یعنی چهار سیاره از آن بزرگ‌تر و چهار سیاره‌ی دیگر از آن کوچک‌تر هستند. سطح این سیاره ۵۱۰ میلیون کیلومترمربع وسعت دارد که حدود ۷۰٪ آن را آب فرا گرفته است. بلندترین نقطه بر سطح زمین نسبت به سطح دریاهای آزاد حدود ۸/۸ کیلومتر در قله‌ی اورست است و گودترین نقطه‌ی آن با حدود ۱۱ کیلومتر عمق در گودال ماریانا در مجاورت جزایر فیلی‌پین در اقیانوس آرام است. جرم زمین معادل ۱۰ × ۵/۹۷۷ کیلوگرم است. وزن مخصوص آن به‌طور متوسط ۵/۵ می‌باشد. شکل زمین، کروی کامل نیست یعنی استوا پهن‌تر و در قسمت قطب‌ها قدری فشرده‌تر است به این ترتیب که شعاع استوایی زمین برابر با ٦٣٧٨ کیلومتر و شعاع قطبی آن ٦٣٥٧ کیلومتر است. قطر قطبی زمین به اندازه‌ی ٤٢/٥٤ کیلومتر از قطر استوایی زمین کم‌تر است. سن زمین را زمین‌شناسان حدود ٤/٦ میلیارد سال تخمین زده‌اند. البته قدیمی‌ترین سنگ‌هایی که در سطح زمین یافت شده، سنی حدود ٣/٦ میلیارد سال دارد.

شواهدی در دست است که زمین ۲۰۰ میلیون سال قبل به صورت یک‌پارچه بوده و خشکی‌ها به هم متصل بوده‌اند و قاره‌ها شکل امروز خود را نداشته‌اند. حرکت پوسته‌ی زمین با متوسط یک اینچ در سال طی این مدت باعث شده که در برخی بخش‌های زمین حدود ۵۰۰۰ کیلومتر جدایی ایجاد شود. این رقم در حد فاصل بین سواحل امریکای جنوبی و غرب افریقا در اقیانوس اطلس مشاهده شده است.

در زمین، میدان مغناطیسی وجود دارد که باعث انحراف عقربه قطب‌نما می‌گردد و آن را به سمت شمال نگه می‌دارد. مرکز این میدان در ۷۹ شمال خط استوا و ۷۰ غرب گرینویچ در سرزمین‌های شمالی کانادا باید باشد و قریب ۱۳۳۰ کیلومتر تا قطب شمال فاصله دارد و دائماً محل آن تغییر می‌کند (قطب

مغناطیسی تغییر می‌کند). به‌نظر می‌رسد که علت این تغییر میدان مغناطیسی، وجود هسته‌ی آهن و نیکل مایع درون زمین بوده و همان‌طور که زمین می‌چرخد، مثل یک دینام بزرگ عمل می‌کند.

اطراف زمین دارای آتمسفر است که به نظر می‌رسد ترکیب فعلی آن با آن‌چه که در ابتدا وجود داشته، متفاوت است. در حال حاضر حدود ۷۸٪ آن را نیتروژن (ازت N)، ۲۱٪ آن را اکسیژن (O) و ۱٪ آن را آرگون تشکیل می‌دهد. مهم گازهای کمیاب و بخار آب بسیار اندک است. ترکیبات هوا تا ارتفاع ٦ کیلومتری تقریباً یکنواخت است و از آن‌جا به بعد با افزایش ارتفاع دقیق می‌شود. در ارتفاع ۱۲ تا ۵۰ کیلومتری زمین طبقه ازون (O ۳) قرار دارد و مانع از رسیدن تشعشعات زیان‌آور ماورا بنفش به زمین می‌شود. زمین دارای یک قمر طبیعی و چند هزار قمر مصنوعی است.

اراتوستن جغرافیدان یونانی برای نخستین بار در سال ۲۲۰ پیش از میلاد محیط زمین را اندازه گرفت. او دو نقطه‌ی A و B را روی زمین طوری انتخاب کرد که روی یک نصف‌النهار قرار داشته باشند. نقطه‌ی A در شهر سین (در کنار رودخانه‌ی نیل در محل کنونی سد آسوان) و نقطه‌ی B در شهر اسکندریه که به فاصله‌ی تقریبی ۸۰۰ کیلومتر از یک‌دیگر قرار دارند. اراتوستن مشاهده کرد که در اول تابستان، آفتاب در شهر سین عمود می‌تابد و هیچ جسمی سایه ندارد و حتی در قعر چاه‌ها نیز اشعه‌ی افتاب مشاهده می‌شود در حالی که در همان زمان در اسکندریه، اجسام دارای سایه هستند. اراتوستن زاویه‌ی تمایل آفتاب در اسکندریه را اندازه گرفت که مقدار آن ۷ درجه و ۱۲ دقیقه بود. بنابراین:

$$\frac{۷^\circ \; ۱۲'}{۳۶۰^\circ} \times \text{محیط کره زمین } ٤۰۰۰۰ \text{ km} = ۸۰۰ \text{km}$$

برخی اصطلاحات مربوط به زمین

<u>استوا (Equator):</u> خطی فرضی که بر گرد زمین تصور می‌کنند و به وسیله ی آن زمین به دو نیم‌کره‌ی شمالی و جنوبی تقسیم می‌شود. استوا دایره‌ای است که بر محور چرخش زمین عمود است. دایره ی استوا بر مدار صفر درجه زمین منطبق است و مبنای عرض جغرافیایی است. محیط استوا ٤۰۷۵ کیلومتر می‌باشد.

مدارات: خطوط فرضی که موازی با دایره استوا تصور می‌کنند که از سمت استوا به طرف قطب‌ها از طول آن‌ها کاسته می‌شود.

نصف‌النهارها: اگر صفحه‌ای را طوری فرض کنیم که بر قطب‌های زمین عمود باشد، سطحی که با این صفحه مماس باشد، دایره‌ای می‌سازد که آن را نصف‌النهار گویند. برعکس مدارات، همه‌ی نصف‌النهارها با هم مساویند. نصف‌النهاری که از نزدیکی لندن (گرینویچ) می‌گذرد به عنوان مبدأ یا نصف‌النهار صفر درجه درنظر گرفته شده است و زمین را به دو نیمکره ی شرقی و غربی تقسیم می‌کند.

حرکات زمین

معمولاً از حرکات زمین درمورد بیش‌تر از بقیه شناخته شده است. یکی حرکت مداری زمین به دور خورشید در ظرف یک سال که آن را حرکت انتقالی می‌گویند و دیگری حرکت زمین به دور خودش در مدت ۲٤ ساعت که آن را حرکت وضعی می‌نامند اما زمین دارای حرکات دیگری نیز هست که عبارت‌اند از:

- حرکت رقص محوری (سرجنبانی)
- حرکت تقویمی (یک دور در ۲٦۰۰۰ سال)
- حرکت ماه – زمین (تغییر مرکز ثقل زمین)
- تغییر در عرض جغرافیایی و سرگردانی قطب زمین (۹+ تا ٦- بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۳)
- حرکت زمین همراه با خورشید با سرعت ۲۰ کیلومتر در ثانیه به طرف نسر واقع (vega)
- حرکت زمین همراه با منظومه شمسی در بازوی کهکشان به دور مرکز کهکشان با سرعت ۲۵۰ کیلومتر در ثانیه
- حرکت زمین در کهشکان راه شیری در جهتی نامعلوم در کیهان
- حرکت زمین با کیهان و کهکشان‌های بی‌شمار خود در جهتی نامعلوم

× **حرکت وضعی زمین**

زمین در مدت یک شبانه‌روز یک بار به دور خود می‌چرخد. برای اثبات چرخش زمین، راه‌های مختلفی وجود دارد. یکی از آن‌ها آزمایش معروف «پاندول فوکو» است. علاوه بر آن، با روش

عکسبرداری نیز می‌توان چرخش زمین را ثابت نمود؛ به این طریق که اگر دهانه‌ی دوربینی را برای مدتی در شب باز گذاشته و به ستاره قطبی نشانه بگیرند، ظرف مدت نیم ساعت یا بیش‌تر خطوط کمانی به مرکز ستاره قطبی روی عکس ظاهر می‌شود. اگر ستارگان را به لحاظ دوری ثابت فرض کنیم، این چرخش زمین است که باعث حرکت موضعی ستاره بر روی فیلم می‌گردد. حرکت وضعی زمین از سمت مغرب به مشرق می‌باشد که چون نمی‌توانیم آن را حس کنیم؛ لذا به نظر می‌رسد که ستارگان برعکس از شرق ظاهراً طلوع می‌کنند و در سمت غرب نیز غروب می‌نمایند. با درنظر گرفتن محیط دایره استوا که طولی حدود ٤٠٠٠٠ کیلومتر دارد و طی ٢٤ ساعت یک بار نیز زمین به دور خود می‌گردد، سرعت زمین به دور خودش بر روی خط استوا خواهد بود.

(کیلومتر در ساعت) ١٦٦٧ = ٢٤ : ٤٠٠٠٠

اگر موضع ناظر باتوجه به یک ستاره دور دست درنظر گرفته شود، چرخش یک دور زمین و بازگشت به مقابل آن ستاره، معادل ٢٣ ساعت و ٥٦ دقیقه و ٤ ثانیه طول خواهد کشید که آن را روز نجومی می‌گویند.

حرکت انتقالی زمین

زمین بر مداری بیضی شکل به دور خورشید در حرکت است و خورشید در یکی از کانون‌های آن قرار دارد (قانون اول کپلر) و فاصله‌اش تا خورشید در زمستان و تابستان تاحد ٣+ درصد تفاوت می‌کند یعنی در زمستان زمین حدود ٢/٥ میلیون کیلومتر به خورشید نزدیک‌تر است و در تابستان به همین میزان دورتر از حد متوسط بوده و جمعاً حدود ٥ میلیون کیلومتر تفاوت فاصله زمین تاخورشید خواهد بود.

باید توجه داشت که علت وجود زمستان و تابستان و در واقع سردی و گرمی زمین و هوا معلول این تفاوت فاصله نیست بلکه علت تفاوت درجه حرارت و در واقع علت ایجاد فصول آن است که صفحه‌ای که زمین در آن به دور خورشید می‌چرخد، با سطح استوایی زمین مطابقت ندارد و یکی نیستند بلکه زاویه‌ای حدود ٢٣/٥ درجه بین صفحه استوایی و صفحه دایره‌البروج وجود دارد. این زاویه را تمایل دایره‌البروج گویند. نتیجه تمایل مذکور این خواهد بود که در تابستان نیم کره شمالی بیش‌تر در مقابل خورشید قرار می‌گیرد و اشعه‌ی خورشید در این فصل عمودی‌تر به سطح نیمکره شمالی می‌تابد و در

زمستان نیم کره‌ی جنوبی این حالت را خواهد داشت، به همین علت فصول در دو نیمکره مخالف یک‌دیگرند یعنی زمستان نیم‌کره شمالی، تابستان نیم‌کره‌ی جنوبی است و بالعکس.

تشعشع خورشید و فصول

نور خورشید در ابتدای تابستان (اول تیر) که به نام انقلاب تابستانی نامیده می‌شود، در بالای مکان‌هایی قرار می‌گیرد که نسبت به خط استوا دارای عرض جغرافیایی ۲۳/۵ درجه شمالی باشد. در این موقع ساکنین استوا، خورشید را با زاویه‌ای معادل ۲۳/۵ درجه شمال مشاهده می‌کنند و ساکنین مدار ۲۳/۵ درجه شمالی، خورشید را در ظهر روی سر خود می‌بینند. این مدار ۲۳/۵ درجه را اصطلاحاً مدار (رأس‌السرطان) می‌نامند.

در اول تیر ماه کلیه‌ی نقاط زیر قطب شمال تا مدار ٦٦/٥ درجه شمالی، خورشید به صورت ٢٤ ساعت وجود خواهد داشت. در این زمان در نیم‌کره جنوبی نور خورشید تا ۲۳/۵ درجه مانده به قطب جنوب یعنی مدار ٦٦/٥ درجه جنوبی می‌تابد و به عبارت دیگر از ٦٦/٥ درجه جنوبی به طرف قطب جنوب در تاریکی ٢٤ ساعته فرو می‌روند. دیدار خورشید در ٢٤ ساعت در منطقه قطب شمال را «خورشید نیمه‌شب» و دایره‌ی این مدار را «دایره‌ی شمالگان» می‌گویند. در این ایام که نور خورشید در نیم‌کرده شمالی به نسبت عمودتر می‌تابد و در نیم‌کره ی جنوبی، اشعه‌ی خورشید دارای تمایل زیاد بوده و سردتر می‌باشد. مدار ٦٦/٥ درجه جنوبی را «دایره‌ی جنوبگان» می‌نامند. در حدود شش ماه بعد وضع کاملاً عوض و برعکس می‌شود. در اول دی ماه که به نام انقلاب زمستانی معروف است، دایره شمالگان برای ٢٤ ساعت شب خواهد ماند و در عرض جغرافیایی ۲۳/۵ درجه جنوبی که به نام «مدار رأس‌الجدی» خوانده می‌شود، در موقع ظهر آفتاب درست بالای سر قرار می‌گیرد. در این ایام، نیم‌کره‌ی جنوبی تابستان و در نیم‌کره‌ی شمالی زمستان آغاز شده است.

در اول فروردین و اول مهر نیز استوا خود شبانه‌روز را به دو قسمت مساوی تقسیم می‌نماید و در این موقع در تمام نقاط روی زمین ۱۲ ساعت شب و ۱۲ ساعت روز می‌باشد. نقطه‌ای که خورشید ظاهراً استوای عالم را قطع می‌کند، در اول بهار به نام «اعتدال بهاری» و در اول پاییز «اعتدال پاییزی» نام دارد.

حرکت تقویمی زمین

جهت محور زمین در فضا بسیار ملایم و به سرعت یک دور در ۲۶۰۰۰ سال روی محیط دایره‌ای می‌چرخد. این چرخش به دور محور که نهایتاً مخروطی در فضا می‌سازد، به نام «حرکت تقویمی زمین» معروف است. حرکت تقویمی محور زمین در اثر کشش و جاذبه‌ی ماه و خورشید بر روی تحدب و برجستگی استوایی زمین می‌باشد. حرکت تقویمی محور زمین باعث می‌شود که «ستاره قطبی» برای زمین در ادوار مختلف، متفاوت باشد. در حال حاضر، ستاره ی قطبی «جدی» یا پلاریس می‌باشد. چرخش محور زمین در حرکت تقویمی بر روی دایره‌ای به شعاع ۲۳/۵ درجه می‌باشد.

رقص محوری زمین (Nutation)

چنان‌چه مقدار کشش ماه و خورشید بر تحدب و برآمدگی استوای زمین همیشه یک اندازه می‌بود، باید مسیر حرکت تقویمی بر روی قاعده‌ی مخروطی صاف انجام می‌شد ولی عملاً میزان این نیرو برای خورشید و ماه متغیر بوده و برحسب جهت آن‌ها می‌باشد. بنابراین، علت رقص محوری، تغییرات ادورای تمایل مسیر ماه در رابطه با صفحه‌ی استوا است که به نوبه‌ی خود باعث می‌شود تغییراتی در نیروی جاذبه‌ی ماه در کشش تحدب و برآمدگی استوای زمین به‌وجود آورد. ضمناً نه تنها ۵ درجه تمایل ماه متغیر است بلکه تقاطع مدار ماه با دایره‌البروج لغزشی به دور دایره‌البروج به صورت هر ۱۸/٦ سال یک بار دارد که خود تأثیرگذار بر مخروطی است که حاصل حرکت تقدیمی بوده و درنتیجه این سرجنبانی باعث می‌شود محیط قاعده مخروط دارای تموج باشد. بیضی حاصل از این حرکت دارای قطرهایی به ابعاد ۱۸/۵ و ۱۳/۷ ثانیه تقویمی است.

حرکت ماه – زمین

زمین در حرکت به دور خورشید، کره ماه را نیز با خود می‌برد. این دو کره باهم مثل یک دمبل عمل می‌نمایند که دو سر آن هم وزن نیستند لذا مرکز ثقل در وسط نیست. طبق محاسبات انجام شده، مرکز ثقل زمین–ماه در فاصله ٤۷۰ کیلومتری مرکز زمین و یا به عبارت دیگر در ۱۷۰۰ کیلومتری زیر پوسته ی زمین قرار دارد. با گردش ماهانه کره‌ی ماه به دور زمین، دائم این مرکز ثقل نیز تغییر موقعیت می‌دهد. به

عبارت دیگر، می‌توان گفت که در واقع این مرکز جرم ماه – زمین است که در مدار دایره‌البروج به گرد خورشید می‌چرخد. ضمناً هر یک ماه، زمین نیز یک بار به دور مرکز ثقل مشترک می‌گردد.

تغییرات در عرض جغرافیایی و سرگردانی قطب زمین

طبق بررسی‌های انجام شده، قطر زمین نیز جابه‌جایی دارد که نسبت به موقعیت متوسط قطب از حدود ۹+ متر تا حدود ٦– متر برای سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۳ اندازه‌گیری شده. عرض‌های جغرافیایی نیز نوسانات کمی را خواهند داشت.

مـــــاه

ماه تنها قمر طبیعی زمین می‌باشد که روشنایی آن از تابش نور خورشید است. پاره‌ای از مشخصات عددی آن به قرار زیر است:

۱. فاصله‌ی ماه تا زمین: حداقل ۳۵۷۰۰۰ کیلومتر، حداکثر ٤۰٦٦۰۰ کیلومتر، متوسط ۳۸٤٤۰۰ کیلومتر
۲. قطر ماه: ۳٤٥٦ کیلومتر
۳. زمان نجومی ماه (زمانی که ۳٦۰ درجه دور بزند): ۲۷ روز معادل ۲۷ روز و ۷ ساعت و ٤۳ ثانیه
٤. زمان هلالی (فاصله بین رویت دو هلال هر ماه): ۲۹ روز معادل ۲۹ روز و ۱۲ ساعت و ٤٤ دقیقه و ۲/۹ ثانیه
٥. زمان چرخش به دور خودش: ۲۷ روز (برابر با مدت چرخش ماه به دور زمین به علت تأثیر جاذبه زمین بر ماه)
٦. جرم ماه ۱۰ × ۷/۳٥ گرم یا زمین
۷. چگالی ماه: ۳/۳٤ گرم بر سانتی‌متر مکعب یا زمین
۸. جاذبه در ماه زمین است یعنی یک فضانورد ۹۰ کیلویی در کره‌ی ماه ۱٥ کیلو وزن خواهد داشت.
۹. میزان انعکاس نور از ماه (Albede): ۷٪ است که به عبارت دیگر قسمت اعظم نور خورشید به ماه بدون آتمسفر به وسیله ی سطح آن جذب می‌شود.

۱۰. درخشندگی ظاهری ماه ۱۲/۵ در نتیجه حدود ۲۵ هزار بار درخشنده‌تر از ستارگان خیلی روشن است.

۱۱. متوسط سرعت مداری ۳۶۹۳ کیلومتر در ساعت (۱/۰۲ کیلومتر در ثانیه)

۱۲. حرارت سطح ماه از ۲۵۰+ تا ۲۸۰- درجه فارنهایت متغیر است.

امروزه انسان دارای بیش‌ترین اطلاعات از کره ی ماه است که علت آن یکی نزدیک بودن این کره به زمین و دیگری مأموریت‌های فضایی شش مسافرت آپولو بین سال‌های ۱۹۶۹ تا ۱۹۷۲ و حمل حدود ۳۸۲ کیلو مواد کره‌ی ماه به زمین می‌باشد. چنین معلوم شده است که سنگ‌های ماه از همان عوامل تشکیل شده‌ی زمین است ولی میزان ترکیبات آن‌ها متفاوت است. عمر قدیمی‌ترین سنگ‌ها و ذرات آورده شده از ماه به ترتیب ٤/٣ و ٤/٦ میلیارد سال تشخیص داده شده است.

از آن‌جا که گالیله زمانی که از درون تلسکوپ کوچک خود ماه را نگریست، به اشتباه لکه‌های بزرگ تیره را دریا فرض نمود و Maria نام نهاد. امروزه نیز به همین ترتیب نامگذاری شده‌اند اما سفرهای آپولو نشان داد که این مناطق نسبتاً مدور دریاها، در واقع بسترهای خشک مواد آتشفشانی و بازالت می‌باشد. صمناً قسمت‌های روشن‌تر ناهمواری‌ها هستند که ازنظر سن نیز قدیمی‌تر می‌باشند. چنینی به نظر می‌رسد که قسمت دورتر ماه یا پشت آن کم‌تر دارای گودال باشد تا قسمت رو به زمین. علت آن دقیقاً معلوم نیست. در سطح ماه، آثار آب، فسیل و یا هرگونه ارگانیزم در سنگ‌ها و خاک یافت نشده است. بنابراین، می‌توان گفت که ماه قبلاً هم مانند حال فاقد حیات بوده و در آن آتمسفر قابل ملاحظه‌ای هم وجود ندارد. بلندترین قله ی موجود در ماه ۸ کیلومتر ارتفاع دارد.

حرکات ماه

همان‌طور که ذکر شد، کره‌ی ماه ظرف ۲۷ روز حرکت مداری خود را به دور زمین انجام می‌دهد و در همین زمان نیز یک دور به دور خود می‌چرخد. در نتیجه فقط یک سمت ماه همیشه رو به زمین قرار می‌گیرد و انسان از زمین هرگز پشت آن کره را نخواهد دید. ضمناً به نظر می‌رسد که ماه ظاهراً از شرق طلوع می‌کند و آسمان را به سمت غرب طی می‌نماید که خود معلول حرکت وضعی زمین است. ضمناً در این حرکت می‌توان مشاهده کرد که موقعیت ماه هر روز نسبت به ستارگان

حدود ۱۳ درجه به سمت شرق تغییر می‌نماید. درنتیجه ماه هر روز ۵۰ دقیقه دیرتر از روز قبل طلوع و غروب می‌نماید. هم‌چنین چون کره ماه ظرف ۲۷روز یک دور به دور زمین می‌چرخد ولی چون در همین ایام زمین هم در مدار خود به دور خورشید مقداری تغییر مکان می‌دهد، لذا برای دیدن ماه به صورت هلالی باید حدود ۲ روز دیگر به رقم فوق اضافه گردد و در واقع هلال ماه پس از مدت حدود ۲۹ روز مجدداً مشاهده می گردد.

اهله ماه (صور ماه Moon Phasas):

ماه برخلاف عقربه‌های ساعت به دور زمین دائم در گردش است و تغییرات مداری آن باعث می‌شود که صور مختلفی را از آن و به صورت مکرر در هر ماه از سال ببینیم. حالت‌های مختلف ماه از ابتدا تا وقتی که یک دور به دور زمین می‌چرخد، اهله ماه را می‌سازد. به عبارت دیگر، تغییرات تدریجی در ظاهر کره‌ی ماه در هر یک ماه(۲۹ یا ۳۰ روز) که معلول چرخش قسمت‌های مختلف و منوّر ماه به طرف ساکنین زمین است، اهله ماه گویند.

ماه نو وقتی اتفاق می‌افتد که زمین، ماه و خورشید دقیقاً در یک راستا قرار گرفته و هیچ بخشی از نیم‌کره‌ی روشن ماه در آن موقع به طرف زمین نیست. در اصطلاح فارسی به آخر ماه قمری که ماه دیده نمی‌شود، محاق گویند. البته این اصطلاح ماه نو در قدیم چنین نبوده است و ماه نو را به اولین شبی می گفتند که ماه به صورت هلال در افق دیده می‌شد. ماه کامل یا بدر به زمانی گفته می‌شود که ماه، زمین و خورشید در یک راستا بوده و وقتی که خورشید در غرب، غروب می کند، ماه در شرق طلوع می‌نماید و تمام سطح رو به طرف زمین ماه روشن است.

در بین ماه نو و ماه کامل به‌تدریج به سطح منوّر ماه که قابل دید از زمین است، افزوده می گردد. اوقات ماه را براساس روز می‌سنجند و برحسب تعداد روزهایی که از آغاز هر ماه قمری گذشته، ماه به شکل هلال، تربیع اول، تثلیث اول، بدر، تثلیث دوم و از هفته سوم تربیع دوم و هلال آخر و ماه نو بازمی گردد.

خسوف (ماه‌گرفتگی):

ماه‌گرفتگی زمانی حادث می‌شود که خورشید، زمین و ماه بدر در یک راستا قرار گیرند. در این موقع ماه در سایه‌ی زمین واقع می‌شود. به این ترتیب هر ماه در حالت مقابله باید یک بار خسوف اتفاق افتد در حالی که چنین نیست اما از آن‌جا که سطح مدار ماه به دور زمین و سطح مدار زمین به دور خورشید برهم منطبق نیستند، چنین حادثه‌ای تنها در زمان انطباق این دو سطح رخ می‌دهد. اختلاف این دو سطح ۵ درجه و ۸ دقیقه است. اگر ماه درگردش به دور زمین داخل مخروط سایه زمین شود، خسوف اتفاق می‌افتد. رؤیت خسوف در مکانی صورت‌پذیر است که ماه و مخروط سایه در بالای افق آن مکان و آفتاب در پایین افق همان مکان قرار گرفته باشد. به همین جهت، همیشه خسوف در شب قابل رؤیت است.

ضمناً ابر، گردوغبار و آلودگی هوا در رنگ و روشنی ظاهری ماه موثر است. شانس دیدار خسوف کلی به نسبت کسوف کلی می‌باشد. در موقع وقوع، این حادثه در تمام سطح زمین که ماه می‌درخشد برای مدتی بیش از یک ساعت قابل رؤیت است. ستاره‌شناسان برای ماه‌گرفتگی ارزش کم‌تری قائل هستند دیدار آن را بیش‌تر یک تفریح می‌دانند ضمن این که در گذشته‌های دور بعضی از دانشمندان یونانی از سایه هلالی زمین بر ماه بر کرویت زمین پی برده بودند. حداکثر گرفتگی‌ها (خسوف یا کسوف) در یک سال ۷مورد می‌تواند باشد و همچنان‌که گفته شد، تمایل سطح مدار ماه و زمین سبب می‌شود در اکثر ماه‌ها، کره‌ی ماه کمی بالاتر یا پایین‌تر از خط خورشید-زمین در ماه نو یا بدر باشد و درنتیجه گرفتگی ایجاد نمی‌شود.

کسوف، خورشید گرفتگی:

کسوف زمانی رخ می‌دهد که زمین، ماه نو و خورشید در یک خط واقع شود. گرفتگی را وقتی کامل می‌گویند که ماه به زمین نزدیک‌تر از طول سایه‌ی مخروطی باشد. در این موقع ماه از خورشید بزرگ‌تر به‌نظر می‌رسد و سطح خورشید را کاملاً از نظر پنهان می‌کند. در این هنگام تاج خورشید قابل رؤیت می‌گردد. کسوف حلقوی وقتی ظاهر می‌شود که ماه دورتر از طول سایه مخروط باشد، در این موقع ماه کوچک‌تر از خورشید به‌نظر می‌رسد و درنتیجه ضمن پنهان نمودن آن در لبه‌ها، حلقه‌ی نورانی خورشید دیده می‌شود. کسوف جزئی نیز وقتی رخ می‌دهد که ماه به اندازه‌ی کافی نزدیک به خط خورشید-زمین نبوده که بتواند جلوی خورشید را به‌طور کامل بگیرد. موقعی که کسوف رخ می‌دهد، یک تاریکی غیرطبیعی فضای آسمان را فرا می‌گیرد و درجه حرارت پایین می‌افتد و در هنگام روز ستارگان و بعضی از سیارات مانند شب می‌درخشند. معمولاً گرفتگی‌های کامل فقط چند ثانیه طول می‌کشد و در نوار باریکی از زمین به وسیله‌ی ساکنین محل قابل دید است. بنابراین، شانس دیدار آن در سرزمینی که سکنی داریم، کم و حدود ۱ در ۳۶۰ سال است؛ لذا برای دیدار آن اغلب به نوار باریک مذکور باید مسافرت کرد.

جزر و مد:

یکی دیگر از اثرات متقابل کرات بر یک‌دیگر، پدیده‌ی جزر و مداست. جزر و مد عبارت‌است از بالا و پایین رفتن سطح آب‌ها در اقیانوس‌ها و دریاهای مرتبط با آن‌ها که دو بار در هر روز به علت نیروی جاذبه‌ی خورشید و ماه ایجاد می‌شود. کره‌ی ماه به لحاظ نزدیک‌تر بودن به زمین، اثر بیش‌تری را در این پدیده دارد و در هر «روز قمری» یا مدت ۲٤ ساعت و ۵۰ دقیقه یعنی زمان بین قرار گرفتن دوباره کره‌ی ماه در مقابل یک نصف‌النهار معین، انجام می‌پذیرد. اکثراً در هر شبانه روز دوبار جزر و دو بار مد رخ می‌دهد. بنابراین، زمان بین دو جزر یا مد برابر با ۱۲ ساعت و ۲۵ دقیقه می‌باشد. (در این مورد اشتثناء نیز وجود دارد). میزان اختلاف بین بالاترین سطح آب و پایین‌ترین آن در بعضی نقاط فقط چند دسی‌متر می‌باشد در حالی که در پاره‌ای از نقاط مثل خلیج فوئدی در کانادا به ۱۵ متر نیز می‌رسد.

ماه، کلیه‌ی ذرات جرم زمین و اقیانوس‌ها و آتمسفر زمین را به سوی خود جذب می‌نماید. جهت این جذب و کشش به طرف مرکز ماه بوده و متناسب با عکس توان دوم آن ذره تا مرکز ماه می‌باشد [۱] به عبارت دیگر اگر فاصله‌ی دو نقطه از زمین تا مرکز ماه غیرمساوی باشند، میزان این نیرو نیز نامساوی است. نیروی تولید «کشند» به تنهایی نیروی جذب نیست بلکه مربوط به نتیجه‌ی نیروهای جذب‌کننده بوده و میزان آن به عکس توان سوم فاصله تا مرکز ماه بستگی دارد.

اگر نیرویی به جز جاذبه نبود، باید کره‌ی زمین و ماه به سادگی کنار هم قرار می‌گرفتند ولی نیروی دیگری به نام «گریز از مرکز» که میزان آن مساوی و برخلاف جهت نیروی جاذبه در مرکز زمین است، وجود دارد. درنتیجه، میزان نیروی حاصل برآیند دوربرداری خواهد بود که نیروی جاذبه و گریز از مرکز را تشکیل می‌دهد. البته همان‌طور که ذکر شد، نیروی گریز از مرکز برای هر ذره از جرم زمین مساوی و در جهت خلاف محور ماه–زمین است. در شکل زیر با مقداری اغراق مدل مربوطه ارائه شده است:

---

[۱]– قانون نیوتن، قانون جاذبه نیوتن = هر دو جسمی با جرم‌های m۱ و m۲ که ا زهم به اندازه d فاصله داشته باشند، یک‌دیگر را با نیروی F جذب می‌کنند $F = G \times$ (۱۰ × ٦٧٤ = جاذبه‌ی جهانی = G)

جاذبه‌ی جهانی

به‌طوری که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، آب‌های سطح زمین در موقعی که مقابل کره‌ی ماه قرار می‌گیرند، به صورت مد بالا می‌آیند و هم‌زمان در طرف مقابل (آن طرف کره‌ی زمین) نیز چنین اتفاقی می‌افتد. علت مد در طرف دیگر زمین نتیجه‌ی برآیند دو نیروی جاذبه و گریز از مرکز است که سبب جاماندن آب‌های سطح زمین در طرف مقابل نسبت به جسم زمین می‌شود و مد اتفاق می‌افتد. از طرفی دیگر، باید توجه داشت که ماه به دور زمین بر مسیری بیضوی می‌گردد، لذا بعضی اوقات نزدیک‌تر و گاهی دورتر است که می‌تواند اثری در برآیند بردارها داشته باشد. این میزان، حدود ۲۰درصد بیش‌تر یا کم تر نسبت به میزان متوسط است. از طرفی، میل ماه نیز ظرف یک ماه تغییر می‌کند که خود در جزر و مد اثرگذار است.

خورشید نیز کلیه ی ذرات زمین و آب‌ها را به طرف خود می‌کشد و سیستم زمین–خورشید ایجاد جزر و مد می‌نماید. بالاترین حد آب در اثر وجود خورشید هر ۱۲ ساعت یک بار باتوجه به گردش وضعی زمین ایجاد می‌شود. هرچند که جرم خورشید ۲۷ میلیون بار بیش از ماه است ولی فاصله‌اش ۳۹۰ بار دورتر از ماه است؛ بنابراین، اثر نیمه روزه آن فقط ٤٦٪ نسبت به ماه است.

در حالتی که اول ماه یا نیمه ی ماه و خورشید در یک راستا بوده و برهم تأثیرگذارند، ماگزیمم جزر و مد را «جزر و مد بهاری» یا مه‌کشند گویند. برعکس در تربیع اول و آخر ماه و خورشید برخلاف هم عمل کرده و حاصل آن جزر و مد با شدت کم‌تر و ضعیف است (کهکشند) . البته چون فاصله‌ی زمین تا خورشید در حالت اوج و حضیض به علت بیضی بودن مدار تغییر می‌کند. لذا این خود عاملی در تغییر شدت جزر و مد می‌باشد. با این اوصاف پدیده جزر و مد موضوعی پیچیده است که نیازمند به مطالعه دقیق دارد.