
بسم الله الرحمن الرحيم

شرح جامع

ژئوشیمی

«زمین شناسی»

مولف: منیر دلنواز

انتشارات ارشد

پیشگفتار ناشر

خداوند بزرگ را شاکریم که فرصتی عنایت فرمود تا بتوانیم قدمی در جهت گسترش علم و فرهنگ کشور عزیزمان برداریم و مسیری هموار را در اختیار مخاطبان و داوطلبان علاقمند به ادامه تحصیل قرار دهیم. از آنجائی که درحوزه کتاب‌های درسی و کمک درسی کارشناسی ارشد کتاب‌های زیادی به رشته تحریر در آمده است با این حال وجود یک مجموعه جامع، دقیق، کامل و دارای رفرنس(منابع) مستند احساس می‌شود.

همیشه دغدغه داشتیم که ای کاش می‌شد تمامی منابع پراکنده و گاهاً دست نایافتنی کنکور در یک مجموعه به گونه‌ای جذاب و شیوا آماده می‌شد و همچنین سوالات دوره‌های قبل کنکور نیز به گونه‌ای تشریحی پاسخ داده می شدند، که خدشه‌ای بر آنها وارد نشود و خیال داوطلبان عزیز آنقدر آسوده باشد که اطلاعات مندرج در پاسخنامه‌ها را برای بهره‌گیری در آزمون خود بکار گیرند. این کار با یاری خداوند بزرگ و همکاری نخبه‌ترین دانشجویان و اساتید کشور در انتشارات ارشد هماهنگ گردید و در تمامی مقاطع تحصیلی از کاردانی به کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در حوزهٔ آزمون‌های سراسری – آزاد و پیام نور بسته‌های آموزشی که شامل کتاب‌های بانک سوالات و کتاب‌های شرح جامع درس آماده گردید. در تهیه مجموعه‌های فوق‌الذکر از فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد که حائز رتبه‌های تک رقمی کنکور می‌باشند، استفاده کرده‌ایم، تا شما عزیزان بتوانید در راستای افزایش توان علمی خود در جهت نیل به مقصود خویش نایل آیید. بدون تردید می‌توان گفت که برای اولین بار در نظام آموزشی کشور مجموعه‌ای به این سبک عرضه می‌شود که در کیفیت و کمیت بی‌نظیر بوده و تمامی نیازهای داوطلبان عزیز را پوشش داده است. امید است که استفاده از این مجموعه عزیزان را در جهت موفقیت در آزمون یاری رسانده باشد. در پایان لازم به ذکر است که بی نقصی محض از آن خداوند متعال می‌باشد، بنا براین از تمامی خوانندگان و داوطلبان عزیز خواهشمندیم نظرات سازنده خود را در مورد این کتاب به سایت انتشارات ارشد اعلام نمایند تا ما را در جهت هر چه بهتر آماده کردن این محصولات یاری رسانند.

با تشکر

ناشـــــر

www.arshadbook. ir

پیشگفتار مولف

به نام نامی دوست که هر چه داریم از اوست

در این مجموعه تلاش ما بر آن است که با گرداوری و ارائه پاسخ‌های تشریحی به سوالات آزمون‌های سال های گذشته، جهت ادامه تحصیل بسیاری از علاقمندان و دانشجویان دوره کارشناسی رشته زمین‌شناس در سطوح بالاتر کارگشا باشد. این مجموعه شامل چندین فصل می‌باشد که درهر فصل درس ژئوشیمی به تفضیل شرح داده شده است و عناوین هر فصل طبق آخرین منابع آزمون کارشناسی ارشد گرداوری شده است که در پایان هر فصل تست‌های ۱۱ ساله مربوط به همان فصل و تست‌های تألیفی ذکر شده است.

امید است مطالعه کنندگان عزیز با ارائه دلایل مستند نسبت به نقاط ضعیف این مجموعه، اینجانب را در رفع این نواقص برای چاپ‌های بعدی یاری فرمایند تا مجموعه‌ای زرین بدست آید.

در خاتمه لازم به ذکر است که از مدیریت محترم انتشارات ارشد و پرسنل محترم انتشارات و از تمامی عزیزانی که در به انجام رساندن این مجموعه مرا یاری نمودند و نامی از آنها ذکر نشده کمال تشکر و سپاس را دارم.

این مجموعه را به بهترین گل‌های زندگی‌ام، پدر و مادر عزیزم تقدیم می‌کنم.

منیر دلنواز

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: زمین در ارتباط با کیهان

سن کیهان ۱۳
ماهیت منظومه شمسی ۱۴
منشأ منظومه شمسی ۱۵
ترکیب شیمیایی جهان ۱۵
ترکیب شیمیایی خورشید ۱۶
ترکیب شیمیایی سیارات ۱۶
ترکیب شخانه‌ها ۱۷
فراوانی عناصر در فضا ۱۹
منشأ عناصر ۲۳
خلاصه فصل ۲۵
تست‌های تألیفی ۲۶
پاسخنامه تست‌های تألیفی ۳۲
تست‌های آخر فصل ۳۹
پاسخنامه تست‌های آخر فصل ۴۳

فصل دوم: ساختار و ترکیب زمین

مقدمه ۴۹
داده‌های لرزه‌ای درون زمین ۴۹
چگالی زمین ۵۰
دماهای درون زمین ۵۰
ساختار درونی زمین ۵۱
ساختار منطقه‌ای زمین ۵۳
ترکیب شیمیایی پوسته زمین ۵۳
ترکیب شیمیایی تمام زمین ۵۶
تفریق اولیه عناصر ۵۷
طبقه بندی ژئوشیمیایی عناصر ۵۸
تاریخ پیش زمین شناسی زمین ۵۹
خلاصه فصل ۶۰
تست‌های تألیفی ۶۲
پاسخنامه تست‌های آخر فصل ۶۵
تست‌های آخر فصل ۶۷
پاسخنامه تست‌های ضمن فصل ۷۲

عنوان **صفحه**

فصل سوم: ترمودینامیک و شیمی بلورها

مقدمه ۷۹
حالات ماده: ۸۱
حالت بلورین ۸۲
اصول ساختار بلوری ۸۲
ساختمان سیلیکات‌ها ۸۵
انرژی شبکه بلورها ۸۶
ایزومورفیسم ۸۶
جایگزینی اتمی ۸۷
پلی مورفیسم ۸۷
خلاصه فصل ۸۹
تست‌های تألیفی ۹۰
پاسخنامه تست‌های آخر فصل ۹۲
تست‌های آخر فصل ۹۴
پاسخنامه تست‌های آخر فصل ۱۰۱

فصل چهارم: ماگماتیسم و سنگ‌های آذرین

ماگما چیست؟ ۱۰۹
ترکیب شیمیایی ماگما و سنگ‌های آذرین ۱۰۹
کانی‌های سیلیس ۱۱۰
گروه فلدسپار ۱۱۱
فلدسپاتوئیدها ۱۱۱
گروه پیروکسن ۱۱۲
گروه آمفیبول‌ها ۱۱۲
گروه الیوین‌ها ۱۱۳
گروه میکا ۱۱۳
ماهیت مذاب سیلیکاتی ۱۱۴
تبلور مذاب‌های سیلیکاتی ۱۱۴
تبلور ماگما ۱۱۴
ترمودینامیک تبلور ماگمایی ۱۱۵
عناصر جزئی در تبلور ماگمایی ۱۱۶
تبلور تفکیکی و ذوب ۱۱۷
محلول‌های باقی مانده و پگماتیت‌ها ۱۱۷
اجزای فرار ماگما ۱۱۸
خلاصه فصل ۱۱۹
تست‌های تألیفی ۱۲۰
پاسخنامه تست‌های آخر فصل ۱۲۳
تست‌های آخر فصل ۱۲۶
پاسخنامه تست‌های ضمن فصل ۱۳۰

عنوان **صفحه**

فصل پنجم: رسوب‌گذاری و سنگ‌های رسوبی

رسوبگذاری بعنوان یک فرآیند ژئوشیمیایی ۱۳۷
واکنشهای هوازدگی ۱۳۷
ژئوشیمی خاک ۱۳۸
عوامل محیطی ۱۳۸
ترکیب شیمیایی سنگهای رسوبی ۱۳۸
ترکیب منیرالوژیکی سنگهای رسوبی ۱۳۹
خصوصیات مشترک کانیهای رسی: ۱۳۹
عوامل فیزیکو شیمیایی و رسوبگذاری ۱۴۱
پتانسیل یونی ۱۴۲
غلظت یون هیدروژن ۱۴۲
پتانسیل‌های اکسیداسیون – احیاء ۱۴۳
کلوئیدها و فرآیندهای کلوئیدی ۱۴۴
محصولات رسوبگذاری ۱۴۶
مقدار کل رسوبگذاری ۱۴۸
تست‌های تألیفی ۱۵۰
پاسخنامه تست‌های تألیفی ۱۵۴
تست‌های آخر فصل ۱۵۸
پاسخنامه تست‌های آخر فصل ۱۶۳

فصل ششم: ژئوشیمی ایزوتوپی

ایزوتوپهای پایدار ۱۶۹
ایزوتوپهای اکسیژن ۱۷۰
ایزوتوپهای گوگرد ۱۷۱
ایزوتوپهای کربن ۱۷۱
ایزوتوپهای هیدروژن ۱۷۲
زمین زمان سنجی ۱۷۳
واپاشی رادیواکتیو ۱۷۴
روشهای اورانیوم – توریوم – سرب ۱۷۴
سیستم پتاسیم – آرگون ۱۷۵
روش روبیدیم – استرانسیوم ۱۷۵
سن یابی کربن ۱۷۶
خلاصه فصل ۱۷۷
تست‌های تألیفی ۱۷۸
پاسخنامه تست‌های تألیفی ۱۸۰
تست‌های آخر فصل ۱۸۲
پاسخنامه تست‌های آخر فصل ۱۸۶

عنوان **صفحه**

فصل هفتم: اتمسفر

ترکیب اتمسفر ۱۹۱
غلظت در حجم ۱۹۱
(ppm) ۱۹۱
گاز ۱۹۱
ازت، N_2 ..... ۱۹۱
لایه‌های اتمسفر (با توجه به ارتفاع) ۱۹۱
اکسیژن ۱۹۲
دی اکسید کربن ۱۹۲
اجزای متغیر اتمسفر ۱۹۳
ترکیبات گوگرد (مواد آلوده کننده اتمسفر) ۱۹۳
تکوین اتمسفر ۱۹۳
ترکیب اتمسفر اولیه ۱۹۴
نحوه تشکیل اتمسفر اولیه (فرضیه سیارکها) ۱۹۴
مقایسه فراوانی عناصر زمین با کیهان ۱۹۴
فرضیه سحابی ۱۹۴
مراحل تکوین اتمسفر (هلند ۱۹۶۲) ۱۹۴
مقایسه اتمسفر زمین با زهره و مریخ ۱۹۵
علت تفاوت در نسبتهای عناصر اتمسفری ۱۹۵
نقش فعالیت آذرین ۱۹۶
نقطه پاستور ۱۹۶
میانگین مربع – سرعت ۱۹۷
خلاصه فصل ۱۹۸
تست‌های تألیفی ۱۹۹
پاسخنامه تست‌های تألیفی ۲۰۲
تست‌های آخر فصل ۲۰۵
پاسخنامه تست‌های آخر فصل ۲۰۷

فصل هشتم: ماهیت هیدروسفر

ترکیب آب دریا ۲۱۱
ترکیب شیمیایی آبهای خشکی ۲۱۳
مواد از دست رفته و افزوده شده به اقیانوس‌ها ۲۱۴
تعادل مواد محلول آب دریا ۲۱۴
تاریخ و تکوین اقیانوس ۲۱۵
خلاصه فصل ۲۱۷
تست‌های تألیفی ۲۱۸
پاسخنامه تست‌های تألیفی ۲۲۰
تست‌های آخر فصل ۲۲۲
پاسخنامه تست‌های آخر فصل ۲۲۴

عنوان **صفحه**

رسوبات بیوژن ۲۳۱
منشأ زغال سنگ ۲۳۲
منشأ نفت ۲۳۳
تجمع عناصر فرعی در رسوبات بیوژن ۲۳۳
علت غنی شدن عناصر نادر در خاکستر زغال سنگ ۲۳۴
چرخه ژئوشیمیایی کربن ۲۳۴
خلاصه فصل ۲۳۶
تست‌های تألیفی ۲۳۷
پاسخنامه تست‌های تألیفی ۲۴۰
تست‌های آخر فصل ۲۴۳
پاسخنامه تست‌های آخر فصل ۲۴۵

فصل دهم: دگرگونی به عنوان فرایندهای ژئوشیمی

فرآیند دگرگونی ۲۴۹
ترکیب شیمیایی سنگهای دگرگونی ۲۴۹
ترکیب کانی شناسی سنگهای دگرگونی ۲۵۰
پایداری کانی‌ها ۲۵۱
ترمودینامیک دگرگونی ۲۵۲
کینتیک دگرگونی ۲۵۲
دگرگونی و قانون فازها ۲۵۳
اصل رخساره‌ها ۲۵۳
تغییر شکلهای کانیایی و اصل رخساره ۲۵۵
متاسوماتیسم در دگرگونی ۲۵۵
عناصر فرعی در سنگهای دگرگونی: ۲۵۵
فوق دگرگونی: ۲۵۶
خلاصه فصل ۲۵۷
تست‌های تألیفی ۲۵۸
پاسخنامه تست‌های تألیفی ۲۶۲
تست‌های آخر فصل ۲۶۶
پاسخنامه تست‌های آخر فصل ۲۶۸

فصل یازدهم: چرخه ژئوشیمیایی

زمین به عنوان یک سیستم فیزیکو شیمیایی ۲۷۳
چرخه ژئوشیمیایی ۲۷۴
تأثیر انسان بر چرخه ژئوشیمیایی ۲۷۴
تغییرات انرژی در چرخه ژئوشیمیایی ۲۷۵
خلاصه فصل ۲۷۶
تست‌های تألیفی ۲۷۷
پاسخنامه تست‌های تألیفی ۲۷۹
تست‌های آخر فصل ۲۸۰
پاسخنامه تست‌های آخر فصل ۲۸۱

فصل اول

مفاهیم و اصطلاحات توسعه

عناوین اصلی

- ماهیت جهان
- سن کیهان
- ماهیت منظومه شمسی
- منشأ منظومه شمسی
- ترکیب شیمیایی جهان
- ترکیب شیمیایی خورشید
- ترکیب شیمیایی سیارات
- ترکیب شخانه‌ها
- فراوانی عناصر در فضا
- منشأ عناصر
- خلاصه فصل

فصل اول

زمین در ارتباط با کیهان

ماهیت جهان

زمین از اعضای منظومه شمسی است. منظومه‌ای که از خورشید، سیارات، اقمار آنها، سیاره مانندها، ستاره‌های دنباله‌دار و شخانه‌ها تشکیل یافته است. خورشید یکی از ستارگان درون کهکشانی‌هاست. نزدیک ترین آنها به ما سحابی آندرومدا با فاصله تقریبی $۱/۷۵\times۱۰^{۶}$ سال نوری است. طیف خورشیدی سحابی فرا کهکشانی در خطوط تشکیل دهنده طیف‌ها، به طرف انتهای سرخ یک جابجایی نشان می‌دهد. مقدار این جابجایی سرخ، تقریباً با فاصله سحابی‌ها متناسب است. جابجایی سرخ را به عنوان اثر دوپلر ناشی از دور شدن سحابی‌ها با سرعت‌های تقریباً متناسب با فاصله آنها تلقی می‌شود.

سن کیهان

با برخی از پیش فرض‌های خاص در مورد نرخ انبساط، سن نجومی جهان را در ورود ۱۶×۱۰^{۹} سال تعیین می‌کنند. منظومه شمسی اساساً یک سیستم بسته است و ترکیب عنصری آن از زمان تشکیل تاکنون به جز موارد کاهش ناشی از تبدیل هیدروژن به هلیم و دیگر واکنش‌های هسته‌های خورشیدی و نیز واپاشی عناصر رادیواکتیو هیچ تفاوتی نکرده است.

سن عناصر از زمانی به حساب می‌آید که سری‌های رادیواکتیو تماماً از عنصر مادر تشکیل شده بودند (عناصر نوزاد، غیر رادیوژن می‌توانستند وجود داشته باشد.

برخی از سری‌های رادیواکتیو مهم که برای سن یابی به کار برده می‌شود در جدول زیر آمده است.

عناصر مادر	نیمه عمر	تولید نهایی
^{۲۳۸}U	$۴/۵\times۱۰^{۹}$ سال	$^{۲۰۶}Pb + ۸^{۴}He$
^{۲۳۵}U	$۷/۱\times۱۰^{۸}$ سال	$^{۲۰۷}Pb + ۷^{۴}He$
^{۲۳۲}Th	$۱/۴\times۱۰^{۱۰}$ سال	$^{۲۰۸}Pb + ۶^{۴}He$
^{۸۷}Rb	$۴/۹\times۱۰^{۱۰}$ سال	^{۸۷}Sr
^{۴۰}K	$۱/۳\times۱۰^{۹}$ سال	$^{۴۰}Ar, ^{۴۰}Ca$

فراوانی ^{۲۳۸}U با نمی عمر $۴/۵\times۱۰^{۹}$ و ^{۲۳۵}U با نیم عمر $۷/۱\times۱۰^{۸}$ سال تقریباً مشابه عناصر پایدار بیسموت و جیوه است. فقدان ^{۲۳۷}Np و ^{۲۴۷}Cm که نیم عمری به ترتیب برابر $۲/۲۵\times۱۰^{۶}$ و ۴×۱۰^{۷} سال دارند، نشان می‌دهند که زمان تشکیل هر یک از این هسته‌ها حداقل چند صد میلیون سال پیش بوده و بنابراین آنها اجازه یافته‌اند که تا زیر سطوح فراوانی ^{۲۳۵}U و ^{۲۳۸}U دچار واپاشی شوند.

نسبت فعلی ^{235}U به ^{238}U (۱:۱۳۸) ناشی از کوتاه تر بودن نیم عمر ^{235}U می‌باشد و موجب می‌شود که خیلی سریع تر از ^{238}U دچار واپاشی شود.

زمان لازم برای کاهش غلظت‌های مساوی به نسبت فعلی در حدود ۶×۱۰^{۹} سال است.

از میان ایزوتوپ‌های سرب (^{204}pb و ^{206}pb و ^{207}pb و ^{208}pb) ایزوتوپ ^{204}pb رادیوژن نمی‌باشد و مقدار کنونی آن با مقدار اولیه آن در زمان تشکیل برابر است.

شخانه‌های آهنی فاقد اورانیوم بوده است و مقدار ناچیز سرب موجود در آنها، بالاترین مقدار نسبی ^{204}pb را در هر ماده طبیعی سن شخانه‌ها را در $۴/۶\times۱۰^{۹}$ سال تعیین می‌کنند و این سن مستقیماً از طریق تعیین سن شخانه‌های سنگی به روش روبیدیم و استرانسیوم تأئید شده است.

اجزای سازنده ماه حدود $۴/۶\times۱۰^{۹}$ سال پیش مجتمع گشته‌اند.

حرکت پویای پوسته زمین و شواهد مربوط به بمباران فاجعه آمیز شخانه‌ای کره ماه و زمین حدود ۴۰۰۰ میلیون سال پیش، احتمال یافتن سنگی با سن بیش از ۳۷۰۰ میلیون سال را کم کرده است.

ماهیت منظومه شمسی

خورشید به تنهایی بیش از ۹۹/۸٪ از جرم منظومه را به خود اختصاص داده است اما تنها ۰/۲ از جهان زاویه‌ای منظومه را دارا می‌باشد.

تمام سیارات در مدارهای بیضی شکل در یک جهت به دور خورشید گردش کرده و تمام مدارها عملاً در یک صفحه قرار می‌گیرند. سیارات حول محورشان در همان جهت گردش به دور خورشید می‌چرخند (به استثنای اورانوس و زهره که جهت چرخششان برعکس است) جهت اغلب اقمار و سیارات نیز همانند خود سیارات است.

فاصله بین سیارات دارای نظم خاصی است که از قانون بارد پیروی می‌کند و سیارات به دو گروه مختلف تقسیم می‌شوند:

گروه داخلی شامل سیارات کوچک (عطارد، زهره، زمین و مریخ) و گروه بیرونی شامل سیارات بزرگ (مشتری، ناهید، اورانوس و نپتون) که به سیارات اصلی شهرت دارند.

علی رغم تجمع جرم در خورشید، بخش اصلی همان زاویه‌ای منظومه شمسی در سیارات آن مجتمع شده‌اند.

داده‌های مربوط به منظومه‌ی شمسی

	جرم (زمین =۱)	شعاع (بر حسب کیلومتر)	دانسیته (g/cm^3)	دمای سطحی (برحسب درجه کلوین)	فشار سطحی (برحسب بار)	گازهای اصلی و فرعی اتمسفر
خورشید	۳۳۲,۰۰۰	۶۹۵,۰۰۰	۱,۴۱	۵۵۰۰	–	H_2, He
عطارد	۰,۰۵۵	۲۴۴۰	۵,۴۴	۶۲۰	–	–
زهره	۰,۸۱۵	۶۰۵۰	۵,۲۷	۷۴۱	۹۳	$CO_2, N_2, H_2O, Ar, SO_2$
زمین	۱,۰۰	۶۳۷۱	۵,۵۲	~۲۹۰	۱	N_2, O_2, CO_2, H_2O
مریخ	۰,۱۱	۳۳۹۷	۳,۹۵	۲۱۰-۲۴۰	۰,۰۰۷	CO_2, N_2, Ar, O_2
مشتری	۳۱۸	۷۱,۶۰۰	۱,۳۱	۱۷۰	High	H_2, He, CH_4, NH_3
زحل	۹۵,۲	۶۰,۰۰۰	۰,۷۰	۱۴۰	High	H_2, He, CH_4, NH_3
اورانوس	۱۴,۶	۲۵,۹۰۰	۱,۲۱	۸۰	High	H_2, He, CH_4, NH_3
نپتون	۱۷,۲	۲۴,۷۵۰	۱,۶۶	۸۰	High	H_2, He, CH_4, NH_3
پلوتو	۰,۰۰۱۷	۱۳۰۰	۱	۸۰	–	–

قانون «بادِ» یک سری عددی است که با فواصل نسبی سیارات از خورشید رابطه نزدیکی داشته و می‌توان آن را به صورت زیر فرموله کرد:

عطارد	زهره	زمین	مریخ	(فضای خالی)	مشتری	زحل	اورانوس	نپتون	پلوتو
۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴	۴		۴
۰	۳	۶	۱۲	۲۴	۴۸	۹۶	۱۹۲		۳۸۴
۴	۷	۱۰	۱۶	۲۸	۵۲	۱۰۰	۱۹۶		۳۸۸
فواصل واقعی سیارات از خورشید، به فرض آنکه فاصله‌ی زمین مساوی ۱۰ باشد.									
۳,۹	۷,۲	۱۰	۱۵,۲		۵۲	۹۵	۱۹۲	۳۰۱	۳۹۵
لذا قانون باد نشانگر همخوانی رضایت بخشی بین مقادیر محاسبه شده و مقادیر اندازه گیری شده، نشان می‌دهد، فقدان سیاره‌ای بین مریخ و مشتری، در فاصله‌ی متوسط ۲۹، توسط سیارکها پر شده است.									

منشأ منظومه شمسی

نظریه بافون: سیارات در اثر تصادم ستاره‌ای دیگر با خورشید از پیکر آن جدا شده‌اند.

فرضیه کانت: در درون سحابی خورشیدی اصلی، مناطقی با چگالی کمی بیشتر از میانگین چگالی سحابی به عنوان محلی برای اجتماع ماده عمل کرده و بدین ترتیب سیارات در مراکز این مناطق رشد می‌یابند.

فرضیه لاپلاس: خورشید ابتدا به صورت توده گازی رقیق چرخان بوده و همزمان با چرخش این توده کم کم منقبض شده است و در نتیجه با توجه به سرعت چرخش و نیروی گریز از مرکز حلقه‌های گازی از آن جدا شده و پس از این که این حلقه‌ها سرد شدند تشکیل هسته سیارات را دارند. (پیرو نظریه کانت)

نظریه لاپلاس برای مدت ۶۰ سال، تفکر علمی زمان خود را به خود اختصاص داده بود که تا این که فیزیکدانی به نام کلارک ماکسول نشان داد که فیزیک منظومه شمسی با منشأ فرضی لاپلاس جور در نمی‌آید. مشکلات اصلی در این نهفته بود که همان زاویه‌ای در سیارات مجتمع بوده و نه در خورشید و یا این که چه مکانیزمی می‌تواند حلقه‌های گازی را به صورت سیارات مجتمع سازد.

چمبرلاین و مولتون: تشکیل سیارات را در اثر تجمع سیارک‌ها می‌دانستند.

جینز و جفریز: تشکیل سیارات را ناشی از سرد شدن توده‌هایی از گاز ملتهب می‌دانستند.

نظریه فون ویتسکر: خورشید به صورت توده‌ای بوده که با سرعت زیاد در حال چرخش بوده است در اطراف آن‌هاله‌ای عدسی شکل از گاز و ذرات جامد بوده که حرکت متلاطم داشته به تدریج در این‌هاله مرکزی شبیه به گرداب که به عنوان هسته سیارات بوده است.

مزایای نظریه فون ویتسکر: ۱- علت فواصل منظم سیارات را بیان می‌دارد. ۲- اختلاف بین اندازه و چگالی سیارات درونی و بیرونی را توضیح می‌دهد بنابراین هر چه از خورشید دور می‌شویم دما کمتر می‌شود.

هویل پیشنهاد نمود که تکوین یک ستاره دوتایی به ستاره‌ای فرد با سیستم سیاره‌ای ممکن است از متلاشی شدن یکی از اجزای ستاره دوتایی که با انفجار سوپرنو همراه است حاصل می‌شود.

ترکیب شیمیایی جهان

دانش‌ها از ترکیب شیمیایی جهان از بررسی طیف نگاری تشعشعات خورشیدی و ستاره‌ای، تجزیه شیمیایی شخانه‌ها و آن چیزی که در مورد ترکیب زمین و سایر سیارات می‌دانیم بدست می‌آید. تکنتیوم، عنصری است که به خاطر نیم عمر کوتاهش در زمین تشخیص داده نشده است ولی در طیف بعضی از ستاره‌های ظاهراً به خاطر ساخته شدن اخیر این عنصر آنها مشاهده شده است.

ترکیب شیمیایی خورشید

بعضی از عناصر یا طیف قابل تشخیص از خود بروز نمی‌دهند و یا طول موج خطوط قوی آن کمتر از ۲۹۰۰ انگستروم بوده و به وسیله اتمسفر زمین جذب شده مقابل روئت نیستند.

طیف در بخش بیرونی خورشید تولید می‌شود و در حقیقت بیان گر ترکیب اتمسفر خورشید است.

حدود ۷۰ عنصر در طیف خورشید مشخص شده است.

علت عدم حضور سایر عناصری که دیده نشده‌اند فراوانی ناچیز آنها یا محدودیت‌ها ست. فراوانی نسبی بعضی عناصر رایج اتمسفر خورشید در جدول زیر آورده شده است.

فراوانی عناصر در اتمسفر خورشید

عنصر	عدد اتمی	فراوانی (برحسب اتم بر 10^6 اتم Si)
H	۱	$2/2\times10^{10}$
He	۲	$1/4\times10^{9}$
C	۶	$9/3\times10^{6}$
N	۷	$2/0\times10^{6}$
O	۸	$1/6\times10^{7}$
Na	۱۱	$4/3\times10^{4}$
Mg	۱۲	$8/9\times10^{5}$
Al	۱۳	$7/4\times10^{4}$
Si	۱۴	$1/0\times10^{6}$
S	۱۶	$3/2\times10^{5}$
K	۱۹	$3/2\times10^{3}$
Ca	۲۰	$5/0\times10^{4}$
Sc	۲۱	$2/5\times10^{1}$
Ti	۲۲	$2/5\times10^{3}$
V	۲۳	$2/3\times10^{2}$
Cr	۲۴	$1/1\times10^{4}$
Mn	۲۵	$5/9\times10^{3}$
Fe	۲۶	$7/1\times10^{5}$
Co	۲۷	$1/8\times10^{3}$
Ni	۲۸	$4/3\times10^{4}$
Cu	۲۹	$2/6\times10^{2}$
Zn	۳۰	$6/3\times10^{2}$

برجسته ترین سیمای این جدول فراوانی بش از حد هیدروژن و هلیم است که همچنین بخش اعظم سیارات بزرگتر شامل مشتری، ناهید، پنتون و اورانوس را تشکیل می‌دهد.

ترکیب شیمیایی سیارات

روش‌های بررسی سیارات:

الف) مشاهدات عینی و تحقیقات طیف نگارانه سطوح سیارات

ب) شواهد بدست آمده از شهاب سنگ‌ها و سیاره مانندها.

سیارات ناهمگن بوده و بدون شک ترکیب درون آنها با سطح آنها تفاوت دارد.

از میان سیارات درونی، عطارد فاقد اتمسفر است و چگالی مشابه زمین است.

زهره نزدیک ترین همسایه ما بوده و اتمسفر بسیار متراکمی دارد که تقریباً از دی اکسید کربن و ازت تشکیل شده است و سطح آن را از ما پنهان می‌کند.

مریخ اولین سیاره‌ای است که در ورودی زمین قرار گرفته است. کلاهک‌های قطبی از لایه‌های نازک یخ H_2O و مقداری CO_2 تشکیل شده است. بخش بزرگی از سطح مریخ رنگی قرمز یا نارنجی دارد که به پوشش اکسید آهن نسبت داده می‌شود. اندازه و جرم این سیاره نشان می‌دهد که ترکیب کلی آن احتمالاً مانند زمین است.

چگالی سیاره‌ها مانندهای سرس، پالاس، وتسا به ترتیب ۲/۱، ۲/۸، ۳/۱ است.

سیارات اصلی یعنی مشتری، کیوان، نپتون و اورانوس دارای سیمای مشابه فراوانی هستند به خصوص از نظر چگالی پایین و اتمسفر ضخیمی که سطح آنها رابطه و کامل از نظرها پنهان نموده است.

چگالی پایین و اتمسفر ضخیم را می‌توان از روی فراوانی H و He توضیح داد.

حلقه‌های کیوان احتمالاً از ذرات یخ تشکیل شده است.

داده‌های موجود مادر مورد سیارات اصلی نشان می‌دهد که ساختار درونی آنها از نظر شیمیایی شبیه زمین است اما به وسیله ضخامت‌هایی از یخ و گاز سرد پوشانده شده، و اتمسفر آنها از هیدروژن، هلیم، ازت، متان، آمونیاک تشکیل یافته است.

ترکیب شخانه‌ها

نرخ فرو دانش شخانه‌ای سالانه بین ۳۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰۰ تن است.

شخانه‌ها اساساً از یک آلیاژ آهن و نیکل، یکی فاز سیلیکاتی که بیشتر از اولیوین یا پیروکسن است، کانی سولفید آهن ترولیت و یا مخلوطی از این ساخته شده است. تاکنون شخانه‌ای شبیه سنگ‌های رسوبی یا دگرگونی دیده نشده است.

انواع شخانه‌ها عبارت است از:

۱- سیدریت‌ها یا شخانه‌های آهنی (به طور متوسط دارای ۹۸٪ فلز)

۲- سیدرولیت‌ها یا شخانه‌های سنگ آهنی (به طور متوسط ۵۰٪ فلز، ۵۰٪ سیلیکات)

۳- آئرولیت‌ها یا شخانه‌های سنگی

سیدریت‌ها: یا شخانه‌های آهنی عمدتاً از یک یا دو فاز فلزی آهن – نیکل (Ni معمولاً بین ۴ تا ۲۰ درصد و به ندرت بیشتر) و عموماً با کانی‌های فرعی ترولیت Fes و شری برسیت $(Fe, Ni, Co)_p^1$ و گرانیت تشکیل شده‌اند.

کانی‌های فرعی مانند دابری لیت $(FeCr_2S_4)$، کوهینیت (Fe_3C) و کرومیت $(FeCr_2O_4)$ نیز به ندرت دیده می‌شود. این کانی‌های فرعی به صورت دانه‌ها ی کوچک مدور یا لایه که میان فلز پراکنده هستند، حضور دارند.

شخانه‌های آهنی دارای ساختار اسکسولوشن هستند. هگزا هیدریت‌ها شخانه‌هایی آهنی هستند که تماماً از تشکیل یافته است و آتا کسیب، شخانه‌هایی با بیش از ۱۴٪ Ni می‌باشند که بیشتر از تائنیت تشکیل شده‌اند.

سیدرولیت‌ها: شخانه‌های سنگ آهنی از آلیاژ آهن و نیکل و سیلیکات به نسبت تقریباً مساوی تشکیل شده‌اند که شامل بالاسیت‌ها و مزموسیدیت‌ها می‌باشند.

پالاسیت: از زمینه‌ای پیوسته از آهن و نیکل تشکیل شده‌اند. این زمینه پیوسته، دانه‌هایی از اولیوین که شکل بلوری خوبی دارند را احاطه کرده است.

مزوسیدریت: فاز فلزی ناپیوسته است و فاز سیلیکاتی نیز بیشتر فلوسپات پلاژیوکلاز و پیروکسن می‌باشد. گاهی اوقات اولیوین نیز به صورت کانی فرعی یافت می‌شود.

آئرولیت‌ها: یا شخانه‌های سنگی را بر مبنای بافت به دو گروه تقسیم می‌کنند که عبارت از کندریت‌ها و ناکندریت‌ها.

نامگذاری کندریت به خاطر حضور کندریول یا کندری است که اجسامی کوچک و گرد بوده (با قطر متوسط یک میلیمتر) و بیشتر از اولیوین یا پیروکسن تشکیل شده‌اند.

کندریول هرگز در سنگ‌های زمینی دیده نشده است.

ترکیب متوسط کندریت حدود ۴۰٪ اولیوین، ۳۰٪ پیروکسن، ۵۰٪-۲۰٪ آلیاژ آهن و نیکل، ۱۰٪ پلاژیرکلاز و ۶٪ ترولیت است.

گروهی از کندریت‌ها به نام کندریت‌های کربن دار در میان شخانه‌ها منحصر به فرد است زیرا اکثراً ازسیلیکات آبدار آهن و منیزیم سرپانتین یا کانی‌های شبیه کلریت تشکیل گردیده و تا ۱۰ ٪ از وزنی دارای ترکیبات کمپلکس آلی است.

منشأ این ترکیبات آلی غیر بیولوژیکی بوده است.

ناکندریت‌ها گروه متفاوتی از شخانه‌های سنگی می‌باشند که کندریول نداشته و معمولاً از کندریت‌ها متبلورتر هستند. بسیاری از ناکندریت‌ها از نظر ترکیبی و بافت مشابه سنگ‌های آذرین زمینی هستند و بنابراین احتمالاً از یک غلاب سیلیکاتی متبلور می‌شوند.

شخانه‌های شیشه‌ای یا تکتیت‌ها شبیه به اوبسدین بوده است.

شخانه‌های آهنی از این نظر گروه همگنی را می‌سازند که تفاوتشان با یکدیگر اساساً در مقدار نیکل است و بنابراین به آسانی می‌توان میانگین ترکیب آنها را تعیین نمود.

شخانه‌های سنگ آهنی و ناکندریت‌ها گروه‌های متغیری بوده و به نسبت کمیاب می‌باشند.

کندریت‌ها فراوان بوده و همکنش قابل توجهی را از نظر ترکیب شیمیایی نشان می‌دهد. جدول زیر داده‌های ترکیبی موجود را نشان می‌دهد.

ترکیب شیمیایی ماده شخانه‌ای

	درصد وزنی			
	فلز (از آهن‌ها)	فلز (از کندریتها)	سیلیکات (از کندریتها)	کندریت میانگین
O			۴۳,۷	۳۳,۲۴
Fe	۹۰,۷۸	۹۰,۷۲	۹,۸۸	۲۷,۲۴
Si			۲۲,۵	۱۷,۱۰
Mg			۱۸,۸	۱۴,۲۹
S				۱,۹۳
Ni	۸,۵۹	۸,۸۰		۱,۶۴
Ca			۱,۶۷	۱,۲۷
Al			۱,۶۰	۱,۲۲
Na			۰,۸۴	۰,۶۴
Cr			۰,۳۸	۰,۲۹
Mn			۰,۳۳	۰,۲۵
P			۰,۱۴	۰,۱۱
Co	۰,۶۳	۰,۴۸		۰,۰۹
K			۰,۱۱	۰,۰۸
Ti			۰,۰۸	۰,۰۶