

# در جست‌وجوی فهم کیهان

بهرام مشحون

شانت باغرام

فرهنگ نشر نو  
با همکاری نشر آسیم

## در جست‌وجوی فهم کیهان

بهرام مشحون - شانت باغرام



نشرنو

تهران، خیابان میرعماد، خیابان سیزدهم، شمارهٔ سیزده  
تلفن ۸۸۷۴۰۹۹۱

نوبت چاپ: اول، ۱۴۰۳  
شمارگان: ۱۱۰۰

ویرایش: تحریریهٔ نشرنو  
صفحه‌آرا: بهار یونس‌زاده  
طراح جلد: حکمت شکیبا  
چاپ و صحافی: سپیدار  
ناظر چاپ: بهمن سراج

همهٔ حقوق محفوظ است.

### فهرست کتابخانهٔ ملی

سرشناسه: مشحون، بهرام، ۱۳۲۶ - □ عنوان و نام پدیدآور: در جست‌وجوی فهم کیهان / بهرام مشحون، شانت باغرام □ مشخصات نشر: تهران: فرهنگ نشرنو: آسیم، ۱۴۰۲ □ مشخصات ظاهری: ده + ۳۰۰ ص، مصور □ شابک: ۹۷۵-۴۷۵-۴۹۰-۶۰۰-۹۷۸ □ وضعیت فهرست‌نویسی: فیبا □ یادداشت: واژه‌نامه □ موضوع: کیهان‌شناسی □ شناسهٔ افزوده: باغرام، شانت، ۱۳۶۱ - □ رده‌بندی کنگره: QB۹۸۱ □ رده‌بندی دیویی: ۵۲۳/۱ □ شمارهٔ کتابشناسی ملی: ۹۲۴۲۰۸۲

مرکز پخش: آسیم

تلفن و دورنگار: ۵-۸۸۷۴۰۹۹۲

فروشگاه اینترنتی: [www.nashrenow.com](http://www.nashrenow.com)

## درباره نویسندگان

**بهرام مشحون**، متولد ۱۳۲۶ در تهران، از چهره‌های برجسته فیزیک نظری در دنیا و متخصص گرانش و نسبیت است. بهرام مشحون استاد پیشکسوت و بازنشسته دانشگاه میزوری کلمبیا و استاد معین پژوهشگاه دانش‌های بنیادی و دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف است. او دوره کارشناسی را در دانشگاه برکلی زیر نظر امیلیو سگریه، برنده نوبل فیزیک در سال ۱۹۵۹، سپری کرده است و سپس برای ادامه تحصیل به دانشگاه پرینستون رفته و در آنجا در سال ۱۳۵۱ موفق به گذراندن رساله دکتری خود درباره سیاهچاله‌ها زیر نظر جان ویلر شده است. مشحون پیش از پیوستن به دانشگاه میزوری به‌عنوان محقق و پژوهشگر در پرینستون، مرلند، یوتا و کلتیک در امریکا و گُلن در آلمان به فعالیت پرداخته است. او کتابی با انتشارات آکسفورد درباره گرانش غیرموضعی دارد و پژوهش‌هایش در زمینه فیزیک نظری، گرانش و نسبیت عام بسیار مهم و تأثیرگذار بوده است.

**شانت باغرام**، متولد ۱۳۶۱ در تهران، کیهان‌شناس و عضو هیئت علمی دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف است. او محقق پسادکتری در دانشگاه واترلو، مؤسسه فیزیک نظری پریمیتور در کانادا و همچنین پژوهشکده نجوم پژوهشگاه دانش‌های بنیادی بوده است. باغرام برنده جایزه ابوریحان بیرونی فرهنگستان علوم ایران و جایزه مرکز فیزیک نظری عبدالسلام تریسته در ایتالیا شده است. او از سال ۱۳۹۳ در دانشگاه صنعتی شریف مشغول به آموزش و پژوهش است و به مطالعه ساختارهای بزرگ مقیاس کیهانی برای فهم ماده و انرژی تاریک می‌پردازد.

## فهرست

پیش گفتار / نه

۱. آغاز داستان از عالم جادو تا نیوتن / ۱  
زمین دیگر مرکز عالم نیست! / ۱۶  
می‌اندیشم، پس هستم! / ۲۲  
بر شانه‌ غول‌ها: نظام جهان نیوتنی / ۲۹  
تقارن‌های موجود در معادلات نیوتن / ۳۶
۲. نگرستن به آسمان / ۴۱  
نور: تابش الکترومغناطیس / ۴۵  
از نوابغ سالزبورگ: اثر داپلر / ۴۹  
ستارگان و بازگشتی مجدد به اندیشه‌های نیوتن / ۵۴
۳. ستارگان / ۵۷  
از دمای بدن تا دمای ستارگان / ۶۲  
زندگی ستارگان / ۶۶  
ستارگان متغیر: نردبان فواصل کیهانی / ۷۸  
ستارگان مرده / ۸۲
۴. کهکشان‌ها / ۹۱  
خانه ما: کهکشان راه شیری / ۹۴  
ریخت‌شناسی کهکشان‌ها / ۱۰۲  
از کهکشان‌ها تا ابرخوشه‌های کهکشانی / ۱۰۸  
آسمان از دید نجوم رادیویی / ۱۱۰  
اخترش‌ها / ۱۱۴  
سیاهچاله‌های ابرپرجم / ۱۱۷  
ماده تاریک / ۱۲۱
۵. مهبانگ / ۱۳۱  
چرا آسمان شب تاریک است؟ / ۱۴۳  
تابش زمینه کیهان: آوایی از مهبانگ / ۱۴۶

۶. فیزیک پس از نیوتن / ۱۵۷  
 وحدت الکتریسته، مغناطیس و اپتیک / ۱۵۹  
 تولد مکانیک کوانتومی / ۱۶۵
۷. فضا و زمان و نسبیت / ۱۷۵  
 زمان / ۱۷۸  
 چرا پیر می شویم؟ / ۱۸۰  
 آنروپی / ۱۸۲  
 فضا / ۱۸۴  
 فیزیک و هندسه / ۱۸۵  
 هندسهٔ ریمانی و نظریهٔ نسبیت / ۱۸۸  
 نسبیت حرکت و حرکت نسبی / ۱۹۳
۸. نسبیت عام، سیاهچاله‌ها و امواج گرانشی / ۲۰۹  
 چه باید کرد؟ / ۲۱۷  
 سیاهچاله‌ها / ۲۲۵  
 تکینگی و افق سیاهچاله‌ها / ۲۳۱  
 امواج گرانشی / ۲۳۸
۹. مدل‌های کیهان‌شناسی / ۲۴۳  
 چرا آسمان نمی‌افتد؟ / ۲۴۹  
 انتقال به سرخ کیهانی / ۲۵۸
۱۰. زندگی در کیهان: انتهای کیهان و نادانسته‌های کیهان‌شناسی / ۲۶۱  
 سخن پایانی / ۲۶۸
- پرسش‌هایی برای یادگیری بیشتر / ۲۷۱  
 برای مطالعهٔ بیشتر / ۲۷۵  
 واژه‌نامه / ۲۸۱  
 نمایه / ۲۸۷

## پیش‌گفتار

حدود پنج سال پیش، بعد از بازنشسته شدن به ایران بازگشتم. مدت سی سال استاد دانشگاه میزوری در امریکا بودم و سال‌ها در این دانشگاه درسی دربارهٔ مفاهیم کیهان‌شناسی تدریس کردم با عنوان “Concepts in Cosmology”، که درسی عمومی بود برای همهٔ دانشجویان و ریاضیات سطح بالا لازم نداشت. بسیاری از مفاهیم کیهان‌شناسی جدید را می‌توان بدون استفاده از ریاضیات پیچیده توضیح داد و هدف اصلی درس نیز همین بود. دانشجویان تمام رشته‌های دانشگاهی می‌توانستند این درس را بگیرند. مطالبی که در کلاس می‌گفتم از منابع مختلف جمع می‌کردم و در عین حال به دانشجویان پیشنهاد می‌کردم که کتاب بسیار مناسبی را هم که برای این درس وجود داشت مطالعه کنند:

*Cosmology: The Science of the Universe*, Edward Harrison, 2<sup>nd</sup> ed. (Cambridge University Press, 2000).

درس کلاس شامل ۱۵ فصل اول این کتاب بود. امروز کیهان‌شناسی در خط مقدم علم است و به‌سرعت پیشرفت می‌کند. بنابراین چندین بار پیش آمد که

مفاهیم تازه کشف شده، مانند انرژی تاریک، در کتاب نبود و یا بود و نیاز به اصلاح داشت، به طور مثال در مورد میله مرکزی کهکشان راه شیری.

دو سال پیش شرایط آماده بود که این درس را در دانشگاه صنعتی شریف ارائه کنم. ولی این امر متأسفانه با شیوع بیماری COVID-19 مصادف شد. اگر همت و همکاری دکتر شانت باغرام نبود، این درس اصلاً ارائه نمی شد. به پیشنهاد ایشان از تدریس من ویدئوهایی گرفته شد و در اختیار دانشجویان قرار گرفت و هم اکنون دسترسی به آنها در این نشانی رایگان است:

[sharif.edu/~baghram/cosmos.html](http://sharif.edu/~baghram/cosmos.html)

در همین وبگاه اطلاعات تکمیلی در مورد این کتاب و همچنین مراجع شکل‌ها موجود است.

اخیراً به همت دکتر باغرام گفتار این ویدئوها با همکاری آریانا حق‌جو و پویان مینایی مکتوب شد. ایشان با تغییرات بسیار متن کتاب فعلی را به تحریر درآورد و مطالب جدیدی اضافه کرد تا به صورت کنونی درآمد. وجود این کتاب مدیون زحمات همکارم دکتر شانت باغرام است.

اعضای کارگروه نجوم فرهنگستان زبان نیز در واژه‌گزینی مناسب به یاری آمدند. منابع چاپی کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی شریف و کتابخانه ماری کوری در مرکز فیزیک نظری عبدالسلام در تریسته نیز در کنار منابع نامحدود برخط مفید بودند.

همچنین از تمام همکاران فرهیخته نشرنو که در آماده‌سازی این کتاب همراه ما بودند و یاری رساندند سپاسگزارم.

امیدوارم که این مطالب مورد توجه فارسی‌زبانان علاقه‌مند به علم قرار گیرد و در جست‌وجوی فهم کیهان در دانشگاه‌های کشور تدریس شود. امروز عصر اکتشاف فضا است و آینده بشر در آسمان‌ها.

بهرام مشحون  
شهریور ۱۴۰۱

## آغاز داستان از عالم جادو تا نیوتن

خرد رهنمای و خرد دلگشای  
فردوسی

واژه‌های «کیهان» یا «گیهان» یا «جهان» یا «گیتی» همه از فارسی میانه که همان زبان پهلوی است ریشه می‌گیرند، به معنای «همه آنچه که پیرامون ما است». در زبان فارسی، از دو واژه «دنیا» و «عالم» نیز استفاده می‌کنیم که البته عربی هستند. «دنیا» در زبان عربی یعنی «فضا»، ولی «فضای نزدیک» و در مقابل «آخرت» استفاده می‌شود. بنابراین «دنیا» همین فضای اطراف ما است که دلالت دارد به نزدیک و «آخرت» فضای دور را به ذهن متبادر می‌کند. «عالم» به معنای این دنیا به همراه هر چیزی که درون آن است تعریف می‌شود. یعنی این فضا به اضافه هر چیزی که درون آن است می‌شود عالم. در انگلیسی از cosmology [کیهان‌شناسی] صحبت می‌کنیم. لغت cosmos از زبان یونانی می‌آید و دقیقاً مقابل لغت chaos قرار می‌گیرد. ما دانیم که chaos یعنی بی‌نظمی کامل و در مقابل cosmos یعنی نظم و الگو<sup>۱</sup> قرار می‌گیرد. بنابراین cosmology دانشی است که می‌خواهد نظم دنیا

۱. در انگلیسی از واژه order استفاده می‌شود.



را مطالعه کند و به تعبیری هدفش کشف نظمی است که در دنیا وجود دارد. واژه دیگر در زبان انگلیسی برای دنیا universe است. universe از ریشه لاتین می‌آید: قسمت اول، uni، یعنی واحد و verse یعنی چرخیدن، پیچیدن، درهم‌پیچیده. universe یعنی همه‌چیز را از پوشیدگی و پیچیدگی درآوردن و یکپارچه کردن یا به عبارت دیگر «to turn everything into one». جالب است بدانیم که ریشه کلمه university نیز از همین جا است. یعنی جایی است که آدمی بسیاری چیزها می‌آموزد و قرار است که مطالب گوناگونی را که یاد می‌گیرد یکپارچه کند و در نهایت انسانیت از درونش ظاهر شود.<sup>۱</sup> واژه cosmos در جاهای مختلف استفاده می‌شود؛ بسیاری اوقات cosmology را با cosmetology اشتباه می‌گیرند. cosmetology علم یا هنری است که قرار است به ظاهر آدمی نظم بدهد.

از دیرباز، زمانی که نور چراغ و نور شهرها در کار نبود و شب‌ها آسمان بی‌ابر واقعاً زیبا بود،<sup>۲</sup> اجداد ما با دیدن این آسمان زیبا از خودشان پرسیده‌اند: واقعاً آن بالا چه خبر است؟ چرا ما اینجا هستیم؟ آیا کسانی مثل ما آن بالا هم هستند؟ چه کسی ما را اینجا قرار داده است؟ این آسمان را چه کسی ساخته است؟ هدف از این خلقت چه بوده است؟ عاقبتش چیست؟ از کجا آمده است و قرار است چه شود؟ این زندگی ما واقعاً هدفش چیست؟ و از این دست پرسش‌ها.

از طرف دیگر، خیلی از پدیده‌های زندگی روزمره ما، الکتریسیته و ماشین‌ها و ساعت و بقیه فناوری‌هایی که از آنها استفاده می‌کنیم، به‌دست‌آمده از علومی هستند که به‌طور تجربی و در آزمایشگاه‌ها یاد گرفته‌ایم و هیچ دلیلی ندارد که از مطالبی که در آزمایشگاه یاد گرفته‌ایم، چه فیزیک باشد چه شیمی چه زیست‌شناسی، استفاده نکنیم تا ببینیم که درباره دنیا چه می‌شود گفت.

۱. در متن‌های روایی و سخنرانی‌ها واژه‌های عالم، کیهان و دنیا گاه مترادف هم به‌کار می‌روند. در متن‌های دقیق علمی و پژوهشی این واژه‌ها معانی متفاوتی دارند. در این کتاب این واژه‌ها مترادفند، مگر به‌طور خاص اشاره‌ای شود. در فصل ۹، کیهان و کیهان‌شناسی معنی دقیق و معادل cosmos و cosmology را دارند.  
۲. همین امروز هم اگر انسان در صحرا و دور از چراغ‌ها و نور شهر باشد، می‌بیند که آسمان بی‌ابر بسیار زیبا است.

این هدف ما در کیهان‌شناسی است. کاملاً روشن است که کل دنیا را نمی‌توان یک‌جا آورد و در آزمایشگاه آزمایش کرد. دنیا یکی است و در این کتاب خواهیم دید که رفتن به ستاره‌ها یا کیهان‌های دیگر چقدر برای انسان دور از دسترس است، و از این راه عملاً نمی‌شود به دانش یا اطلاعاتی درباره کیهان دست پیدا کرد. از این رو فقط از طریق نور و ذراتی که اجرام کیهانی می‌فرستند می‌توان حدس زد که چه وقایعی رخ داده است.

نکته مهمی که در همین ابتدا باید تذکر داده شود این است که در این علم کیهان‌شناسی، کار با «مدل‌سازی» انجام می‌شود. روشن نیست چقدر این مدل‌ها درست‌اند، ولی کاوش ما از این مدل‌ها شروع می‌شود. به این ترتیب با مدل کیهان‌شناسی شروع می‌کنیم. سپس از راه آزمایش‌های متعدد مشخص می‌شود که این مدل‌ها تا چه اندازه می‌توانند درست باشند یا چقدر اشتباه‌اند. کیهان‌شناسی دانشی است که واقعاً حدود صد سال عمر دارد و علم نسبتاً جدیدی است، ولی به خاطر علاقه انسان به کاوش فضا، و به کمک ماهواره‌هایی که به فضا پرتاب می‌شوند و پیشرفت کم نظیر در جمع‌آوری کلان‌داده از آسمان، هم‌اکنون کیهان‌شناسی در خط اول علم قرار گرفته و بی‌وقفه در حال پیشرفت است.

یک راه خوب برای آغاز این نوشتار آن است که از تاریخ نحوه تفکر بشر درباره فضا و آسمان شروع کنیم. در اینجا درباره سه سامانه فکری که تاحدودی درباره‌شان مطلع هستیم به طور خلاصه بحث می‌کنیم.

حدود صد هزار سال پیش، بشر - یعنی همین انسان‌های شبیه ما، که *Homo sapiens* (انسان خردمند) خوانده می‌شوند - ظاهراً بر این عقیده بود که دنیا جای عجیب و غریبی است (تصور می‌کرد در عالم جادو زندگی می‌کند) و خیال می‌کرد که علت پدیده‌هایی که اتفاق می‌افتد، مثل رعدوبرق و باران و...، نیروهای مرموز ماورایی است. به رعدوبرق روشنایی عجیب می‌گفتند.<sup>۱</sup> در این دیدگاه، ارواح بودند که همه چیز را فعال

۱. لغت magic لغتی یونانی است و ریشه آن magi به معنای مغان است (مغ = magus). مغ‌ها کارهای عجیب و غریبی انجام می‌دادند و از همین رو به کارهای عجیب و غریب magic می‌گفتند.



شکل ۱. غارنگاره لاسکو (Lascaux) در جنوب غربی فرانسه.

می کردند. ظاهراً بشر احساسات خودش را به موجودات و پدیده‌های دیگر نسبت می داد.<sup>۱</sup> این اطلاعات را به طور مثال از غارنگاره‌هایی در فرانسه که در حوالی سال ۱۹۴۰ میلادی (۱۳۱۹ خورشیدی<sup>۲</sup>) کشف شده است به دست آورده‌ایم. در این غارها، انسان‌ها حیواناتی را که شکار می کرده‌اند کشیده‌اند. انسان‌شناسان از مطالعه این غارنگاره‌ها به این نظرات رسیده‌اند. دوره دومی که می توان از آن سخن گفت حدود ده‌هزار سال پیش آغاز شده است. در این زمان، ارواحی که انسان‌ها برای پدیده‌ها و موجودات گوناگون قائل بوده‌اند به خدایان تبدیل می شوند. این همان دوره شکل‌گیری مذاهب ابتدایی‌ای

→  
به نظر می‌آید که مغ‌ها دانایان قدیم بودند و ستاره‌شناسی می‌دانستند و خواب‌های پادشاهان را تعبیر می‌کردند و خیلی کارهای دیگر انجام می‌دادند. اما حقیقت آن است که درباره آنها خیلی کم می‌دانیم.  
۱. این گونه دیدگاه‌ها هنوز هم وجود دارند؛ مانند تعبیر «زمین زنده» که گویی زمین برای خودش نفس می‌کشد و زنده است. سابقه این اندیشه‌ها به همان دوران می‌رسد.  
۲. در این کتاب تاریخ‌ها به صورت میلادی آورده می‌شوند، به‌جز زمانی که درباره دانشمندان ایرانی بحث خواهیم کرد. برای تبدیل تاریخ میلادی به تاریخ شمسی کافی است عدد ۶۲۱ یا ۶۲۲ را (بسته به ماه آن رویداد) از تاریخ میلادی کسر کنید.

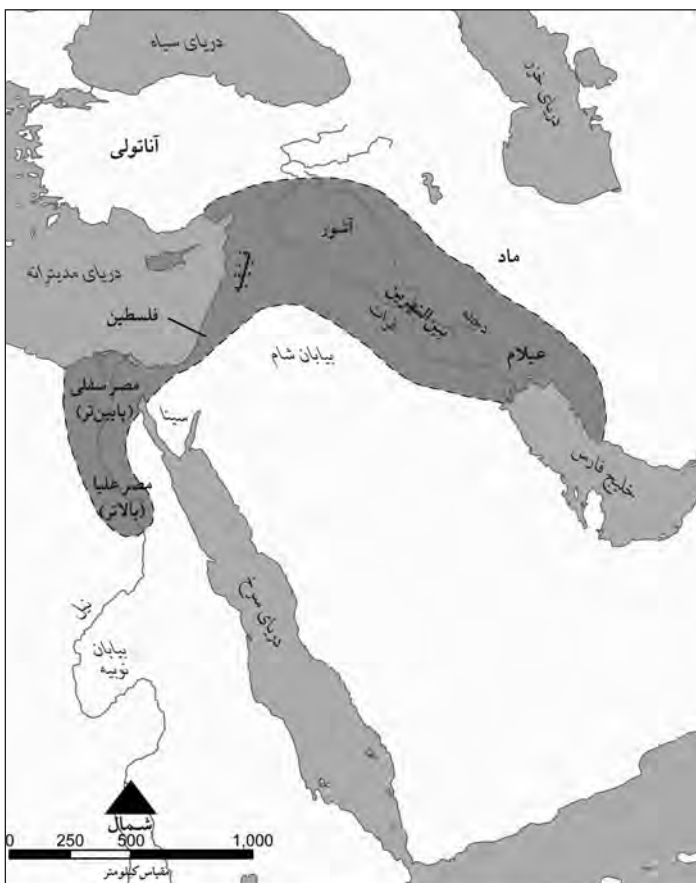
است که در تاریخ می‌بینیم. ده‌هزار سال پیش دوره بسیار جالبی است که بعداً درباره آن بیشتر خواهیم گفت. این دوره را می‌توان دوره عالم اسطوره‌ها نام نهاد. دوره سوم دوره عالم انسان‌مدار است. در این دوره، که دوره ظهور مذاهب کنونی رایج در جهان نیز هست، بشر به این نتیجه می‌رسد که خداوند همه جهان خلقت را برای انسان ساخته است. همان که سعدی می‌گوید:

ابرو باد و مه و خورشید و فلک در کارند  
تا توانی به کف آری و به غفلت نخوری

به این ترتیب بشر به این نتیجه می‌رسد که دنیا برای ما انسان‌ها است و ما مرکز دنیا هستیم.

ده‌هزار سال پیش نقطه عطف بسیار مهمی است. زمانی است که مردم از حالتی که به صورت گروه‌های کوچکی زندگی می‌کردند و از راه شکار و خوراکی‌جویی به زندگی ادامه می‌دادند و سکونتگاه مشخصی نداشتند، کم‌کم یکجانشین شدند. پس از یکجانشینی، کشاورزی یاد گرفتند، حیوانات را اهلی کردند، شهر ساختند و زندگی شهری و تمدن‌ها را شکل دادند. یکی از مهم‌ترین دستاوردهای بشر در این دوره خط و نگارش است. در همین دوره چرخ اختراع و به کمک آن حرکت خیلی آسان‌تر شد.

این اتفاقات نخستین بار در هلال حاصلخیز در بین‌النهرین رخ داد. هلال حاصلخیز از ایران و نزدیکی خلیج فارس شروع می‌شود، در بین‌النهرین امتداد می‌یابد و از آن سو به مصر و رود نیل می‌رسد. مردم این منطقه در تاریخ بشر نقش بسیار مهمی داشتند. آنها مبدع نگارش الفبایی بودند. اسناد تاریخی زیادی درباره دریانوردی فنیقی‌ها نیز وجود دارد. فنیقی‌ها دریانوردان ماهری بودند که ضمن دریانوردی به تجارت اشتغال داشتند. آنها دستاوردهای تمدنی هلال حاصلخیز را از طریق دریای مدیترانه (مدیترانه یعنی میان زمین‌ها) به یونان و سایر نقاط اروپا منتقل می‌کردند. به این ترتیب علوم مثل نجوم، که بابلی‌ها به دست آورده بودند، از طریق



شکل ۲. تصویری از سرزمین‌های هلال حاصلخیز.

فنیقی‌ها به غرب منتقل می‌شد. فنیقی‌ها اجداد لبنانی‌های امروزی هستند و در تاریخ به دلیل تجارت و دریانوردی نقش بسیار مهمی داشته‌اند. یونانی‌ها مذهب چندخدایی داشتند. به باور آنها، خدایانی مانند زئوس، هرا، آتنا، آپولون و... در آسمان نشسته بودند، با یکدیگر ازدواج می‌کردند و

رفتارهایی بسیار شبیه رفتار انسان‌ها داشتند. اسطوره‌شناسی که درباره‌اش صحبت می‌کنیم دربارهٔ همین خدایان است. در همین زمان، افرادی با فکر و هوشمند در یونان پیدا شدند.

یکی از این افراد سقراط بود. سقراط تأکید داشت که باید حقیقت را یافت و به زبان آورد. او می‌خواست که جوانان یونانی، به جای افسانه‌هایی دربارهٔ خدایان، دربارهٔ حقیقت فکر کنند. به همین خاطر او را به مرگ محکوم کردند و واداشتند که زهر بنوشد.

یکی از شاگردان سقراط به نام افلاطون مدرسه‌ای با نام آکادمی<sup>۱</sup> تأسیس کرد که در آن به جوانان فلسفه و علوم می‌آموخت. یکی از شاگردان افلاطون، ارسطو بود که او نیز مدرسهٔ خودش را به اسم لوکئوم<sup>۲</sup> تأسیس کرد. این مدرسه نیز از لحاظ تأثیر بر تاریخ اندیشه بسیار مهم بود. یکی از کارهایی که ارسطو خیلی به آن علاقه داشت این بود که همراه شاگردانش شروع به قدم زدن و راه رفتن می‌کرد و در حین راه رفتن مفاهیم فلسفی را به شاگردانش تدریس می‌کرد. به این دلیل به ارسطو و شاگردانش مشائی<sup>۳</sup> (راه رونده) می‌گفتند.

حالا چرا ارسطو مهم است؟ افکار ارسطو به صورت عجیبی با آموزه‌ها و افکار مسیحی درآمیختند و تبدیل به قسمتی از دین مسیحیت شدند. مثلاً این اندیشه که ما مرکز دنیا هستیم و همهٔ عالم را خداوند برای ما درست کرده است تا زندگی خوبی داشته باشیم. از همین رو است که به خودمان اجازه می‌دهیم هر حیوانی را که دلمان خواست بکشیم و بخوریم و... یا مثلاً مردم می‌دیدند که آفتاب اول صبح از شرق طلوع می‌کند و بعد از ظهر در غرب غروب می‌کند، یا ماه هم به همین ترتیب طلوع و غروب می‌کند. پس به نظر می‌آمد که همه چیز دارد به دور زمین می‌گردد. همچنین این فکر که دنیا باید متناهی باشد، چون هر چیزی که خدا خلق کرده باید متناهی باشد و موجود نامتناهی جلوه‌ای از ذات خود خدا باید باشد. همهٔ اینها

1. Academy

2. Lyceum

3. peripatetic

اندیشه‌هایی هستند که جزئی از دین مسیحیت بودند و در فلسفه ارسطو نیز وجود داشتند، بنابراین فلسفه ارسطو به تدریج جزئی از مذهب شد. در اینجا لازم است بعضی از ادعاهای فلسفه ارسطو دربارهٔ کیهان شرح داده شوند. ارسطو فکر می‌کرد همهٔ اشیا و موجودات و پدیده‌های روی زمین متشکل از چهار عنصر هستند و اسم آنها را گذاشت عناصر زمینی. این چهار عنصر عبارتند از خاک، آب، آتش و هوا. اگر از ارسطو می‌پرسیدند که اجرام آسمانی یعنی خورشید و ماه و سیارات و ستارگان از چه ساخته شده‌اند پاسخ می‌داد که آنها از عنصری دیگر ساخته شده‌اند به نام اتر. به اتر عنصر پنجم هم گفته می‌شد. خاصیت عنصرهای زمینی این بود که حرکاتشان به سوی بالا یا پایین است. آب و خاک می‌کوشند که به سمت پایین (مرکز زمین) بروند، در حالی که هوا و آتش به سمت بالا حرکت می‌کنند. اما اتر حرکت دورانی دارد. این حرکت دورانی در این نظام فکری بسیار اهمیت داشت. حرکت دورانی نه آغاز دارد و نه پایان. برای همین بود که اگر از ارسطو می‌پرسیدند که حرکت خورشید و ماه را چگونه می‌توان توصیف کرد می‌گفت کرهٔ شفافی وجود دارد که خورشید به آن چسبیده است و آن کره به دور ما می‌گردد. کرهٔ دیگری هست که ماه به آن چسبیده، و به همین ترتیب هر یک از سیاره‌ها نیز به یک کره چسبیده‌اند. بقیهٔ اجرام آسمانی یعنی ستارگان هم هر کدام به یک کره چسبیده‌اند و دور ما می‌گردند و دیگر، بعد از آن چیزی نیست. به این ترتیب دنیا از نگاه ارسطو دنیایی است محدود از نظر مکانی، دارای یک حالت پایا و دارای حرکت‌های آرمانی بدون ابتدا و انتها. در اشیای باستانی کشف شده یک نقش پرتکرار وجود دارد که تصویر ماری است که دم خود را می‌خورد (اوروبروس<sup>۱</sup> یا دُنْب‌خوار)، که به نظر می‌آید نماد چرخهٔ زندگی، یعنی آفرینش و بازآفرینش است.

پس این موضوع که اجرام آسمانی دارای حرکت آرمانی هستند و مدار حرکتشان دایره‌های کاملی هستند که نه ابتدا و نه انتها دارند، اندیشهٔ عمیق

## 1. Ouroboros

## نمایه

- آندرومدا [Andromeda] ۹۲، ۹۸، ۱۰۲،  
۱۰۸، ۱۰۹، ۱۲۱-۱۲۴، ۱۲۷، ۱۳۷، ۱۵۳،  
۱۵۶
- آنرو، ویلیام جرج بیل [William George  
Bill Unruh, 1945-  
Albert Einstein,] آبرت، آینشتاین،  
1879-1955 [۲۰۴، ۲۱۰، ۲۱۲، ۲۱۳  
ابرخوشه [supercluster] ۱۰۹، ۱۵۶  
ابرخوشه محلی [Local Supercluster]  
۱۰۹، ۱۵۳  
ابرخوشه محلی سنبله [Virgo  
Supercluster] ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۵۳  
ابر سطح پوچ بسته [closed null  
hypersurface] ۲۳۲  
ابرنواختر [supernova] ۶۸، ۷۶، ۸۸  
ابن سینا [Avicenna, 980-1037] ۱۱  
ابوبکر محمد بن زکریای رازی [Abu  
Bakr al-Razi (Rhazes), 864/865-  
925/935] ۱۱، ۹۹
- آزمایشگاه کاوندیش [Cavendish  
Laboratory] ۷۲  
آزمایشگاه‌های بل [Bell Laboratories]  
۱۱۰، ۱۴۸-۱۵۰  
آشکارساز [detector] ۱۴۹، ۱۵۰، ۲۳۸،  
۲۴۱، ۲۴۲
- آلان پنزیاس، آنرو [Arno Allan Penzias,  
1933] ۱۴۹-۱۵۱
- آلن پو، ادگار [Edgar Allan Poe, 1809-  
1849] ۱۴۶
- آنالیز عددی [numerical analysis]  
۱۱۶
- آنالیز فوریه [Fourier analysis] ۱۱  
آنترپی [entropy] ۱۸۱-۱۸۳
- آنتن شپوری [horn antenna] ۱۴۹، ۱۵۰  
آندرسون، فیلیپ [Philip Anderson,  
1923-2020] ۱۴۹
- آندرس سلسیوس [Anders Celsius,  
1701-1744] ۶۲



- اصل هم‌ارزی آینشتاین [Einstein's] ، ۱۹۷-۱۹۴، ۱۹۱ [aberration] ابیراهی  
 ۲۲۱، ۲۲۰ [Principle of Equivalence] ۲۰۹، ۲۰۰، ۱۹۹  
 اصل هم‌ارزی جرم‌های لختی و گرانشی aberration of] ابیراهی نورستاره  
 Principle of equivalence of] ۲۰۹، ۱۹۹، ۱۹۵، ۱۹۱ [starlight  
 inertial and gravitational] اتر [aether] ۸، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۸۴، ۱۹۷-  
 ۲۱۸ [masses] ۲۰۶، ۲۰۳، ۲۰۰  
 اصل هویگنس [Huygens' Principle] ۱۶۴ [luminiferous ether] اتر درخشان  
 ۲۹] اتر ماکسول [Maxwell's ether] ۱۶۴  
 افق ذره [particle horizon] ۱۳۸] اخترزیست‌شناسی [astrobiology] ۲۶۶،  
 افق رویداد [event horizon] ۹۰، ۱۲۰، ۲۶۷  
 ۱۲۱] اخترسنجی [astrometry] ۱۹۲، ۱۹۳  
 افق سیاهچاله [black hole horizon] ، ۵۷-۶۱، ۱۳ [parallax] اختلاف منظر  
 ۲۳۴-۲۳۲] ۸۱  
 افق کیهان‌شناسی [cosmological] ادغام بزرگ [major merger] ۱۰۶  
 ۱۳۸ [horizon] ادغام تر [wet merger] ۱۰۶  
 افلاطون [Plato, 427-327 BC?] ۷] ادغام خرد [minor merger] ۱۰۶  
 اکتشافات فضایی/فضاکاوی [space] ادغام خشک [dry merger] ۱۰۶  
 ۲۳۰ [exploration] ارسطو [Aristotle, 384-322 BC] ۷-۹،  
 اکسیون [Axion] ۱۲۸] ۱۸۴، ۲۱  
 البرز، هاینریش ویلهلم ماتیااس [Heinrich Paul Ehrenfest, 1880-] ارنفست، پال  
 Wilhelm Matthias Olbers, 1758-] ۱۷۱ [1933  
 ۱۴۴ [1840] استروبینسکی، الکسی [Alexei  
 الیس، جرج [George Ellis, 1932-] ۲۵۲] ۲۵۱ [Starobinsky, 1948-  
 انتقال [translation] ۱۱۵، ۱۵۸، ۱۸۵، ۲۱۷] ۷ [mythology] اسطوره‌شناسی  
 انتقال به‌آبی [blueshift] ۵۱، ۲۲۳] اشمیت، برایان [Brian Schmidt, 1967-]  
 انتقال به‌سرخ [redshift] ۵۱، ۲۲۳، ۲۲۶، ۲۵۵  
 ۲۳۲، ۲۴۳، ۲۵۸، ۲۵۹] Maarten Schmidt,] اشمیت، مارتین  
 انتقال به‌سرخ/آبی گرانشی [gravitational] ۱۱۵ [1929-  
 ۲۲۶، ۲۲۳ [red/blue shift] اصل انسان‌مداری [anthropic principle]  
 انرژی پلانک [Planck's energy] ۱۷۴] ۲۶۸  
 انرژی تاریک [Dark Energy] ۱۲۸، ۱۲۹،] اصل کیهان‌شناسی [cosmological]  
 ۱۴۱، ۲۵۵-۲۵۷، ۲۶۸] ۱۷، ۱۳۴، ۱۴۲ [principle  
 انقلاب کوپرنیکی [Copernican] اصل هم‌ارزی [equivalence principle]  
 ۱۷، ۲۱۴] ۲۲۱

- برونو، جوردانو [Giordano Bruno]  
۱۲ [1548-1600]
- بریش، بری [Barry Barish, 1936-]  
۲۳۸
- بریلوئن، مارسل [Marcel Brillouin]  
۲۱۲ [1854-1948]
- بسامد [frequency] ۴۶-۴۸، ۵۰-۵۴،  
۱۱۲، ۱۵۲، ۲۲۲، ۲۲۳
- بطلمیوس، کلاؤدیوس [Claudius]  
۱۰، ۹ [Ptolemy, 100-170]
- بکنشتاین، یاکوب [Jacob Bekenstein]  
۲۵۳ [1947-2015]
- بور، نیلز [Niels Bohr, 1885-1962]  
۱۷۱، ۷۱
- بورخس، خورخه لوئیس [Jorge Luis]  
۱۵۷ [Borges, 1899-1986]
- بورن، ماکس [Max Born, 1882-1970]  
۷۱
- بولتسمان، لودویگ [Ludwig]  
۱۸۲، ۱۸۱ [Boltzmann, 1844-1906]
- بیرونی، ابوریحان [Al-Biruni, 973-]  
۱۱ [1050]
- بیضوی [elliptical] ۱۰۶-۱۰۲، ۱۸،  
۱۱۳، ۱۱۱
- بیضویت [ellipticity] ۱۰۵
- بینی، جیمز [James Binney, 1950]  
۲۵۲ [1895]
- پاستور، لویی [Louis Pasteur, 1822-]  
۱۴۲ [1895]
- پاولی، ولفگانگ [Wolfgang Pauli]  
۲۱۲، ۱۷۲ [1900-1958]
- پاوند، رابرت [Robert Pound, 1910-]  
۲۲۳ [2015]
- conservation of] پایستگی انرژی [energy]  
۲۲۸، ۱۸۱، ۷۲
- انگستروم، آندرش یوناس [Anders Jonas]  
۴۸ [Ångström, 1814-1874]
- اوپنهایمر، رابرت [Robert]  
۷۱ [Oppenheimer, 1904-1967]
- اونس، هایکه کامرلینگ [Heike]  
۲۱۲ [Kamerlingh Onnes, 1853-1926]
- اویلر، لئونارد [Leonhard Euler, 1707-]  
۱۵۷ [1783]
- ایستا [Static] ۲۳۱، ۲۵۱، ۱۳۴  
باردین، جان [John Bardeen, 1908-]  
۱۴۹ [1991]
- بارو، جان [John Barrow, 1952-2020]  
۲۵۲
- بازه‌های زمانی [intervals of time] ۳۳  
بته، هانس آلبرشت [Hans Albrecht]  
۷۵، ۲۱۲ [Bethe, 1906-2005]
- برانتین، والتر هاوسر [Walter Houser]  
۱۴۹ [Brattain, 1902-1987]
- برافزایش [accretion] ۲۳۶، ۲۳۷  
براگ، ویلیام هنری [William Henry]  
۷۱ [Bragg, 1862-1942]
- برآمدگی (کهکشانی) [bulge (galaxy)]  
۹۸، ۱۰۰، ۱۲۴، ۱۲۵
- براهه، تیکو [Tycho Brahe, 1546-]  
۱۵، ۱۶، ۱۷ [1601]
- بردار [vector] ۲۹، ۳۴  
بردلی، جیمز [James Bradley, 1692-]  
۱۹۲ [1762]
- برشت، برتولت [Bertolt Brecht, 1898-]  
۲۰ [1956]
- برگسون، آنتی-لوئی [Henri-Louis]  
۱۷۸ [Bergson, 1859-1941]
- برنل، جاسلین بل [Jocelyn Bell Burnell]  
۸۴ [1943]

- تبدیلات کلی لورنتس [general Lorentz transformation] ۲۰۳
- تپاختر [pulsar] ۸۵، ۸۹، ۲۴۰
- تپاخترهای دوتایی [binary pulsars] ۸۹
- تداخل سنج [interferometer] ۲۳۸، ۲۴۲، ۲۳۹
- تداخل سنج ویرگو [Virgo interferometer] ۲۳۸
- تشکیل کهکشان [galaxy formation] ۲۶۰
- تقارن کروی [spherical symmetry] ۱۳۸، ۲۳۰-۲۳۲، ۲۴۴، ۲۴۵
- تکانه [momentum] ۱۹، ۳۴، ۳۷، ۳۹، ۱۶۰، ۲۱۰، ۲۱۷
- تکنیکی سیاهچاله [black hole] ۲۳۱، ۲۳۳
- تکنیکی عریان [naked singularity] ۹۰، ۲۳۳، ۲۳۴، ۲۳۷، ۲۴۳
- تلسکوپ افق رویداد [Event Horizon Telescope (EHT)] ۱۲۰
- تلسکوپ هوکر در کوه ویلسون [Hooker telescope at Mount Wilson Observatory] ۹۳، ۹۴
- تناقض نمای آلبرز [Olbers's paradox] ۱۴۴، ۱۴۵
- تنجیم [astrology] ۱۷۹
- تورن، کیپ [Kip Thorne, 1940-] ۲۳۸، ۲۵۳
- توزیع کروی [spherical distribution] ۹۵
- تولید ماده [matter creation] ۱۳۴
- تومونوگا، شین ایچیرو [Shin'ichirō Tomonaga, 1906-1979] ۱۷۲
- پرلموتر، سال [Saul Perlmutter, 1959] ۲۵۵
- پرن، ژان باتیست [Jean Baptiste Perrin, 1870-1942] ۲۱۲
- پروست، مارسل [-Marcel Proust, 1871] ۱۹۲۲
- پرسوی کهکشانی هابل-لومتر [Hubble-Lemaître recession of galaxies] ۱۳۱
- پلانک، ماکس [-Max Planck, 1858-1947] ۲۱۳، ۲۱۲، ۱۹۸، ۱۶۸، ۱۶۷
- پلیکانوس، تئودوروس [Theodoros Pelecanos, 15th century AD] ۹
- پنجره نوری (اپتیکی) [optical window] ۱۱۰
- پواسون، سیمون دنی [Siméon Denis Poisson, 1781-1840] ۱۵۸
- پوانکاره، آنری [Jules Henri Poincaré, 1854-1912] ۲۱۲، ۲۱۱، ۲۰۳، ۲۰۲
- پولیتزر، دیوید [David Politzer, 1949-] ۱۷۳
- پیبلز (جیم)، فیلیپ جیمز ادوین [Phillip James Edwin Peebles, 1935-] ۱۵۰، ۲۵۵، ۲۵۳، ۱۵۱
- تابش جسم سیاه [black body radiation] ۱۶۶، ۱۶۷
- تابش ریزموج زمینه کیهانی [Cosmic Microwave Background radiation (CMB)] ۱۵۱، ۱۵۰
- تابش سینکروترون [synchrotron radiation] ۱۱۳، ۱۱۴
- تابش گرمایی [heat radiation] ۱۶۶
- تارکیهان [cosmic web] ۱۴۰
- تامسون، جوزف جان [Joseph John Thomson, 1856-1940] ۷۱

حسابان بس خرد [infinitesimal]	تهی جا [void] ۱۴۰
۳۲ [calculus]	تیلور، جوزف [Joseph Taylor, 1941-]
حمام گرمایی [heat bath] ۱۵۲	۲۴۲
خطوط شدت یکسان [equal-intensity]	ثابت پلانک [Planck's constant] ۱۶۸،
۱۱۱ [lines]	۱۷۴، ۱۷۳
خطوط میدان (نیرو) [lines of field]	ثابت کیهان‌شناسی [cosmological
۱۶۲، ۸۶ [(force)]	constant] ۲۵۶، ۲۵۳-۲۵۰
خلاء [vacuum] ۱۶۴، ۱۶۰، ۲۸، ۲۷	جرم پلانک [Planck's mass] ۱۷۴
۲۳۱، ۲۰۳، ۱۸۴	جرم لختی [inertial mass] ۳۹، ۳۵،
خمش (خمیدگی) [curvature] ۱۸۵-	۲۲۱، ۲۱۸، ۱۶۰
۲۳۹، ۲۳۸، ۲۲۴، ۲۲۲، ۱۸۸	جریان هابل [Hubble flow] ۱۳۷
خمینه [manifold] ۲۲۵	جنسکی، کارل گوت [Karl Guthe]
خودگرانش (خودگرانی) [self-gravity]	۱۱۰ [Jansky, 1905-1950]
۸۹، ۸۳، ۷۲	جهان حالت پایدار [steady state]
خورشیدمرکز [heliocentric] ۱۴، ۱۲-	۱۳۴ [universe]
۲۱۵، ۲۱۴، ۲۰، ۱۹، ۱۶	جهت (پیکان) زمان ترمودینامیکی
خوشه باز [open cluster] ۱۰۰، ۹۹	[thermodynamic arrow of time]
خوشه پروین [Pleiades] ۱۰۱، ۱۰۰	۱۸۳، ۱۸۲
خوشه ستاره‌ای کروی [globular	جینز، جیمز [James Jeans, 1877-1946]
cluster] ۱۰۴، ۱۰۰-۹۸، ۹۵	۲۱۲
خوشه سنبله [Virgo Cluster] ۱۰۹، ۱۰۸	چادویک، جیمز [James Chadwick,]
خوشه کهکشانی [galaxy cluster] ۱۰۸،	۱۸91-1974] ۷۱
۱۲۶، ۱۰۹	چارچوب مرجع لخت [inertial frames]
خوشه گیسو [Coma cluster] ۱۱۰، ۱۰۹	[of reference] ۱۷۷، ۱۷۶، ۳۷، ۳۶،
۱۲۷، ۱۲۶	۲۲۴، ۲۲۰-۲۱۷، ۲۱۵، ۱۹۰
داپلر، کریستین [Christian Doppler,]	چارچوب مرجع مهبانگ [rest frame of]
۱803-1853] ۵۰، ۴۹	۱۵۲ [Big Bang]
داستایفسکی، فیودور [Fyodor	چاندراسخار، سویرامانیان [Subrahmanyan]
Dostoevsky, 1821-1881] ۲۶۱	۱۲۷ [Chandrasekhar, 1910-1995]
دانشمند/دانشگر [scientist] ۱۴۶، ۱۱	چرخش (حرکت وضعی) [rotation] ۱۹۵
۲۴۹، ۱۹۸	چرخه (دور) [cycle] ۴۶
دبای، پیتر [Peter Debye, 1884-1966] ۲۱۲	چهارقطبی [quadrupole] ۲۴۰
درجه‌بندی مطلق دمای کلوین [Kelvin's]	حرکت خاصه (حرکت خاص) [peculiar]
۶۳ [absolute temperature scale]	۱۳۷ [motion]

- راسل، برتراند [Bertrand Russell, 1872-1970] ۲۱۶  
 راسل، هنری نوریس [Henry Norris Russell, 1877-1957] ۶۳  
 رایسنر، هانس یاکوب [Hans Jacob Reissner, 1874-1967] ۲۳۳  
 رایل، مارتین [-Martin Ryle, 1918] ۱۱۱  
 [1984] ۸۶، ۱۱۱  
 ربکا، گلین [Glen Rebka, 1931-2015] ۲۲۳  
 رشته اصلی [main sequence] ۶۵، ۶۶، ۲۳۱  
 رشته کیهانی [filament (cosmic)] ۱۴۰  
 رصدخانه تداخل سنج لیزری لایگو [Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO)] ۲۳۸  
 رمبش گرانشی [gravitational collapse] ۲۳۱، ۷۲  
 رمبش گرانشی کامل [complete] ۲۳۱  
 [gravitational collapse] ۲۳۱  
 رن، کریستوفر [Christopher Wren, 1632-1723] ۳۰  
 روبنس، هایریش [Heinrich Rubens, 1865-1922] ۲۱۲  
 روبین، ورا [Vera Rubin, 1928-2016] ۱۲۷، ۱۲۶، ۱۲۳-۱۲۱  
 روزت [Rosette] ۹۵  
 روش علمی [scientific method] ۱۷۹، ۱۸۰  
 رومر، اوله [Ole Rømer, 1644-1710] ۴۳  
 روننگن، ویلهلم کنراد [Wilhelm Conrad Röntgen, 1845-1923] ۵۳، ۱۲۱، ۵۴  
 دکارت، رنه [René Descartes, 1596-1650] ۲۲  
 دلبروک، مکس [Max Delbrück, 1906-1981] ۱۷۱  
 دو کولم، شارل آگوستن [-Charles Augustin de Coulomb, 1736-1806] ۱۵۹  
 دو لاپلاس، پییر سیمون [-Pierre Simon de Laplace, 1749-1827] ۲۳۰، ۴۲  
 دوپروی، موریس [Maurice de Broglie, 1875-1960] ۲۱۲  
 دوتابی گرفتگی [eclipsing binaries] ۷۸  
 دوره تشکیل کهکشان‌ها [formation era] ۲۶۰  
 دوره تناوب [period] ۱۹، ۳۰، ۴۶، ۷۹، ۱۱۹، ۸۹، ۸۲  
 دوک دونشر [Duke of Devonshire] ۷۲  
 دهانه ماه [lunar crater] ۱۰۳  
 دهلوی، امیرخسرو [Amir Khusrau, 1253-1325] ۱۵۱  
 دیدگاه مکانیکی درباره دنیا [mechanical] ۲۴  
 [world view] ۲۴  
 دیراک، پل [Paul Dirac, 1902-1984] ۲۵۲، ۱۷۲، ۱۷۱  
 دیکی، رابرت هنری [Robert Henry Dicke, 1916-1997] ۲۵۳  
 ذره آزموں آزاد [free test particle] ۲۱۸  
 رابطه تناوب-درخشندگی [-period] ۸۰، ۷۹  
 [luminosity relation] ۸۰، ۷۹  
 رادرفورد، ارنست [Ernest Rutherford, 1871-1937] ۲۱۲، ۷۱  
 [radio-quiet] (ساکت) ۱۱۵

- ریخت‌شناسی [morphology] ۱۰۲، ۹۴، ۱۰۵  
ریزه‌مگرایی گرانشی [gravitational microlensing] ۲۶۶  
ریس، آدام [Adam Riess, 1969-] ۲۵۵  
ریس، مارتین [Martin Rees, 1942-] ۲۵۲  
ریلکه، راینر ماریا [Rainer Maria Rilke, 1875-1926] ۱۸۲  
ریمان، برنهارد [Bernhard Riemann, 1826-1866] ۱۸۸  
زاویه اختلاف منظر [parallax angle] ۵۹، ۵۸  
زلدوویچ، یاکوف [Yakov Zeldovich, 1914-1987] ۲۵۱  
زمان پلانک [Planck's time] ۱۷۴  
زمان ریاضی [mathematical time] ۳۳  
زمان مطلق [absolute time] ۳۳، ۳۵، ۲۱۴، ۲۱۰، ۲۰۸، ۱۷۷، ۱۵۷، ۳۶  
زمین‌مرکز [geocentric] ۱۶، ۱۴، ۱۲، ۲۱۵، ۲۱۴  
زومرفلد، آرنولد [Arnold Sommerfeld, 1868-1951] ۲۱۲  
زوئیکی، فریتس [Fritz Zwicky, 1898-] ۱۲۶  
زیمان، پیتر [Pieter Zeeman, 1865-] ۲۱۱  
ژئودزیک [geodesic] ۱۸۸-۱۸۶  
ساختار رشته‌ای [filamentary structure] ۱۴۰، ۱۳۹  
ساعت زیستی [biological clock] ۱۷۸، ۱۷۹  
ستاره نوترونی [neutron star] ۲۴۰، ۸۷  
سحابی حلقه جنوبی [Southern ring nebula] ۷۶
- سحابی خرچنگ [Crab Nebula] ۸۷  
سحابی سیاره‌نما [planetary nebula] ۷۶، ۶۷  
سرعت خاصه [peculiar velocity] ۱۳۷  
سرعت خط استوا (سرعت استوایی) [equatorial speed] ۱۵۳  
سرعت فرار [escape velocity] ۲۲۹، ۲۳۰  
سطح انتقال به سرخ بی‌نهایت [infinite redshift surface] ۲۳۲  
سطح شیبدار [inclined plane] ۱۸۹، ۱۹، ۵  
سعدی [Saadi, 1210-1292] ۵  
سقراط [Socrates, 470-399 BC] ۷  
سلوی، ارنست [Ernest Solvay, 1838-] ۱۹۲ [1922]  
سموت، جورج [George Smoot, 1945-] ۱۶۹  
سوختن [burning] ۷۶، ۶۵  
سوختن هسته‌ای [nuclear burning] ۶۵  
سونیایف، رشید [Rashid Sunyaev, 1943-] ۲۵۱  
سیارات فراخورشیدی [exoplanets] ۲۶۷، ۲۶۶، ۲۶۳  
سیاهچاله [black hole] ۸۹، ۷۶، ۶۸، ۲۴۲، ۲۳۷-۲۳۱، ۱۲۱، ۱۱۹-۱۱۷، ۹۰  
سیاهچاله ابرپرجرم [supermassive black hole (SMBH)] ۱۱۸، ۱۱۷، ۲۳۶، ۱۲۰  
سیاهچاله پرجرم [massive black hole] ۲۳۷، ۱۱۸، ۱۱۶، ۱۱۵  
سیاهچاله رایسنر-نوردشتروم [Reissner-Nordström black hole] ۲۳۳  
سیاهچاله ستاره‌ای [stellar black hole] ۱۱۷، ۸۹

- صورت فلکی قیفاووس [Cepheus] ۷۸ [constellation]
- صورت فلکی کمانگیر [Sagittarius] ۱۱۸، ۱۰۳ [constellation]
- صوفی، عبدالرحمان [Abd al-Rahman] ۱۰۲ [al-Sufi, 903-986]
- طوسی، خواجه نصیرالدین [Nasir al-Din] ۱۳، ۱۲ [al-Tusi, 1201-1274]
- طول پلانک [Planck's length] ۱۷۴
- طیف پلانک [Planck's spectrum] ۱۶۹، ۱۶۸
- طیف‌سنجی [spectroscopy] ۱۴۱، ۵۱، ۲۶۷، ۱۹۲
- عالم اسطوره‌ای [mythic universe] ۵
- عالم انسان‌مداری [anthropocentric] ۵ [universe]
- عالم جادو [magic universe] ۳، ۱
- عالم مشاهده‌پذیر [observable] ۱۰۸ [universe]
- عبد السلام، محمد [Mohammad Abdus] ۱۷۳ [Salam, 1926-1996]
- علوم طبیعی [natural sciences] ۲۴، ۲۸، ۲۵
- عمر خیام [Omar Khayyam, 1048-] ۲۲، ۱۱ [1131]
- عمل از راه دور (کنش از دور) [action at a distance] ۲۱۷
- عناصر زمینی [terrestrial elements] ۸
- عنصر پنجم [quintessence] ۸
- غنی از نوترون [neutron rich] ۸۳
- غول سرخ [red giant] ۶۸، ۶۷
- فاجعه‌آمیز [catastrophic] ۸۸
- فارادی، مایکل [Michael Faraday] ۱۶۱، ۱۶۰ [1791-1867]
- سیاهچاله کِر [Kerr black hole] ۲۳۳
- سیستم تیکویی [Tycho system] ۱۶
- سیکل در ثانیه [cycle per second] ۴۷ [(cps)]
- شار [flux] ۸۶، ۳۲
- شار مغناطیسی [magnetic flux] ۸۶
- شاکلی، ویلیام [William Shockley] ۱۴۹ [1910-1989]
- شباهنگ (شعرای یمان) [Sirius] ۷۶
- شبیه‌سازی هزاره [Millennium simulation] ۱۴۱
- شپلی، هارلو [Harlow Shapley, 1885-] ۹۲ [1972]
- شریفر، جان رابرت [John Robert Schrieffer, 1931-2019] ۱۴۹
- شکافت هسته‌ای [nuclear fission] ۷۴، ۷۳
- شلیک، موریتس [Moritz Schlick, 1882-1936] ۲۱۶
- شمع استاندارد (شمع معیار) [standard candle] ۲۵۴، ۸۲
- شوینگر، جولیان [Julian Schwinger, 1918-1994] ۱۷۲
- شیاما، دنیس [Dennis W. Sciama, 1926-1999] ۲۵۲
- صفحه دایره البروج [ecliptic plane] ۵۹
- صفحه کهکشان [disk of galaxy] ۹۹، ۱۵۳، ۱۰۰
- صمیمی، جلال [Jalal Samimi, 1940-] ۲۳۴ [2020]
- صورت فلکی [constellation] ۱۰۳، ۷۸، ۲۳۶، ۱۵۳، ۱۱۸، ۱۰۸
- صورت فلکی شیر (اسد) [Leo] ۱۵۳ [Constellation]

۲۱۱، ۲۱۰ [space-time  
 ۱۳۸ [Euclidean space] فضای اقلیدسی  
 فضای مطلق [absolute space] ۳۳، ۳۴،  
 ۲۰۸، ۱۷۶، ۱۶۴، ۳۶  
 John Henry Foley, جان هنری [،  
 ۱۶۱ [1818-1874  
 Alexander von Humboldt, الکساندر  
 ۱۴۶ [Humboldt, 1769-1859  
 George, جرج فرانسیس [،  
 [Francis FitzGerald, 1851-1901  
 ۲۰۱  
 Hippolyte Fizeau, ایپولیت [،  
 ۱۹۹ [1819-1896  
 low temperature] فیزیک دمای پایین [،  
 ۶۳ [physics  
 ۶۹ [Coulomb's law] قانون کولم [،  
 ۳۶، ۳۴ [law of inertia] قانون لختی [،  
 ۲۳۷ [accretion disk] قرص برافزایشی [،  
 ۱۲۶ [Virial theorem] قضیه ویرال [،  
 ۱۲۷  
 Brandon Carter, کارتر، برندون [،  
 ۲۶۸ [1942-  
 Rudolf Carnap, کارناپ، رودلف [،  
 ۲۱۶ [1891-1970  
 Italo Calvino, ایتالو [،  
 ۹۱ [1985  
 Immanuel Kant, کانت، ایمانوئل [،  
 ۱۷۷، ۴۲ [1724-1804  
 Yasunari, کاواباتا، یاسوناری [،  
 ۱۷۵ [Kawabata, 1899-1972  
 Cosmic] کاوشگر زمینه کیهان [،  
 ۱۶۹ [Background Explorer  
 Henry Cavendish, هنری [،  
 ۷۲ [1731-1810

Daniel Gabriel, دانیل گابریل [،  
 ۶۲ [Fahrenheit, 1686-1736  
 فانوس دریایی [lighthouse] ۸۷  
 William Alfred, ویلیام آلفرد [،  
 ۱۲۷ [Fowler, 1911-1995  
 Richard Feynman, ریچارد [،  
 ۲۵۳، ۱۷۲ [1918-1988  
 فرانواختر [hypernova] ۷۶  
 leptonic] فرایندهای لپتونی [،  
 ۱۷۲ [phenomena  
 ۱ [Ferdowsi, 940-1019] فردوسی [،  
 [working hypothesis] فرض عملیاتی [،  
 ۹۱  
 Planck's] فرض کوانتوم پلانک [،  
 ۱۶۸ [quantum hypothesis  
 فرض موضعی [hypothesis of]  
 ۲۲۴، ۲۰۶ [locality  
 [nebulary hypothesis] فرضیهٔ سحابی [،  
 ۴۳، ۴۲  
 Gottlob Frege, 1848-] فرگه، گوتلوب [،  
 ۲۱۶ [1925  
 Enrico Fermi, 1901-] فرمی، انریکو [،  
 ۷۳ [1954  
 Augustin-Jean, فرنل، آگوستین ژان [،  
 ۱۹۸ [Fresnel, 1788-1827  
 فشار گردابی [vortical pressure] ۲۹  
 فشار منفی [negative pressure] ۱۲۹  
 فشار واگنی الکترونها [electron  
 ۸۳ [degeneracy pressure  
 فشار واگنی نوترونها [neutron  
 ۸۳ [degeneracy pressure  
 فضا-زمان شوارتزشیلد [Schwarzschild  
 ۲۳۱ [space-time  
 فضا-زمان مینکوفسکی [Minkowski



- کپلر، یوهانس [Johannes Kepler, 1571-1630] ۱۷
- کِر، روی [Roy Kerr, 1934-] ۲۳۳
- کرتیس، هبیر دوست [Heber Doust] ۹۲
- کرتیس، فرانسیس [Francis Crick, 1916-] ۷۲ [2004]
- کلانز، دیدیه پاتریک [Didier Patrick] ۲۶۶ [Queloz, 1966-]
- کلان داده [Big Data] ۳
- کلاوزیوس، رودلف [Rudolf Clausius, 1822-1888] ۱۲۷
- کوپر، لئون [Leon Cooper, 1930] ۱۴۹
- کوپرنیک، نیکولاس [Nicolaus Copernicus, 1473-1543] ۱۳، ۱۲
- ۲۴، ۱۹، ۱۵
- کوتوله سرخ [red dwarf] ۶۷
- کوتوله سفید [white dwarf] ۶۷، ۶۸، ۷۶، ۸۳، ۲۳۱
- کوتوله قهوه‌ای [brown dwarf] ۱۲۸
- کوری، ماری [Marie Curie, 1867-] ۲۱۲ [1934]
- کهربا [amber] ۱۵۹
- کهکشان از لبه [edge on galaxy] ۹۵
- کهکشان بیضوی [elliptical galaxy] ۱۱۳، ۱۱۱، ۱۰۴
- کهکشان رادیویی [radio galaxy] ۱۱۱ [115]
- کهکشان کوتوله [dwarf galaxy] ۱۰۲، ۱۰۸
- کهکشان مارپیچی [spiral galaxy] ۹۵، ۱۲۳، ۱۰۸
- کهکشان مارپیچی-میله ای [barred spiral galaxy] ۱۰۶
- کهکشانشان موش [mice galaxy] ۱۰۷
- کهکشانشانهای نامنظم [irregular (Irr)]
- ۱۰۲ [galaxies]
- کیهان باز (عالم باز) [open universe] ۲۴۹، ۲۴۸
- کیهان بسته (عالم بسته) [closed universe] ۲۴۹، ۲۴۸
- کیهان تخت (عالم تخت) [flat universe] ۲۴۹، ۲۴۸
- گالیله، گالیلئو [Galileo Galilei, 1564-1642] ۲۹، ۲۸، ۲۴، ۲۱-۱۹، ۱۷، ۱۵
- ۱۹۶، ۱۸۹، ۱۷۳، ۴۳، ۴۲، ۳۸، ۳۴
- ۲۰۹، ۲۰۶، ۲۰۵، ۲۰۰، ۱۹۹، ۱۹۷
- گاموف، جورج [George Gamow, 1904-1968] ۱۴۸، ۱۴۷
- گاوس، کارل فریدریش [Carl Friedrich Gauss, 1777-1855] ۱۸۶
- گداخت (همجوشی) هسته‌ای [nuclear fusion] ۲۳۱، ۷۸، ۷۷، ۷۴، ۶۸-۶۵
- گراس، دیوید [David Gross, 1941] ۱۷۳
- گراننش تعمیم‌یافته [modified gravity] ۱۲۹
- گردش (حرکت انتقالی) [revolve] ۱۲، ۱۶، ۶۸، ۶۹، ۱۹۶
- گرفتگی به وسیله غبار [dust obscuration] ۱۰۰
- گروسمن، مارسل [Marcel Grossmann, 1878-1936] ۲۲۴
- گروه کهکشانی [galaxy group] ۱۰۸، ۱۰۹
- گروه محلی [local group] ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۵۶، ۱۵۳
- گَز، آندریا ام. [Andrea M. Ghez, 1965-] ۱۱۸

- ماده تاریک [dark matter] ۱۲۴، ۱۲۱، ۱۲۶-۱۲۶، ۲۶۰، ۲۵۶، ۲۶۸
- ماده نورانی [luminous matter] ۱۳۱
- ماژلان، فردیناند [Ferdinand Magellan, 1480-1521] ۱۰۲
- ماکسول، جیمز کلرک [James Clerk Maxwell, 1831-1879] ۲۰۹
- مایتنر، لیزه [Lise Meitner, 1878-1968] ۱۷۱
- مایکلسون، آلبرت [Albert A. Michelson, 1931-1852] ۱۹۸
- مایور، میشل [Michel Mayor, 1942-] ۲۶۶
- متریکی [metric] ۲۱۱، ۱۸۵، ۱۸۴، ۲۰۷، ۲۱۱، ۲۲۵
- متریکی مینکوفسکی [Minkowski metric] ۲۱۱
- متغیرهای تپنده [pulsating variables] ۷۸
- متغیرهای قیفاووسی [Cepheid variables] ۹۱، ۷۸-۸۲
- محدوده شنوایی (شنیدپذیری) [limits of audibility] ۴۷
- محورهای دکارتی، مختصات دکارتی [Cartesian axes, Cartesian coordinates] ۱۸۴، ۱۷۷، ۲۳، ۲۲
- مدل اسباب‌بازی [toy model] ۱۳۶
- مدل جهان دوره‌ای [cyclic universe model] ۲۵۴
- مدل‌های استاندارد کیهان‌شناسی [standard cosmological models] ۱۴۲
- مرتین، رابرت کینگ [Robert King Merton, 1910-2003] ۱۵۱
- گلاشو، شلدون [Sheldon Glashow, 1932-] ۱۷۳
- گلدشمیت، رابرت [Robert Goldschmidt, 1877-1935] ۲۱۲
- گنزل، راینهارد [Reinhard Genzel, 1952-] ۱۲۱
- گیلبرت، ویلیام [William Gilbert, 1544-1603] ۱۵۹
- لاگرانژ، ژوزف-لوئی [Joseph-Louis Lagrange, 1736-1813] ۱۵۷، ۱۲۶
- لانژون، پل [Paul Langevin, 1872-] ۱۹۴، ۷۱، ۲۱۲
- لایبنیتس، گوتفرد [Gottfried Wilhelm Leibniz, 1646-1716] ۳۲
- لرد کلوین، ویلیام تامسون [William Thomson, Lord Kelvin, 1824-1907] ۱۴۶، ۶۳
- لنز، ویلهلم [Wilhelm Lenz, 1888-] ۲۱۲ [1957]
- لوب‌های رادیویی [radio lobes] ۱۱۳
- لودویگ، آنا برتا [Anna Bertha Ludwig, 1839-1919] ۵۳
- لورنتس، هندریک آنتوان [Hendrik Antoon Lorentz, 1853-1928] ۲۰۰-۱۹۸
- لومتر، ژرژ [Georges Lemaître, 1894-] ۱۳۲ [1966]
- لویت، هنریتا سوان [Henrietta Swan Leavitt, 1868-1921] ۸۰، ۸۰، ۷۹
- لیندمان، فریدریش [Frederick Lindemann, 1886-1957] ۲۱۲
- ماتر، جان [John Mather, 1946-] ۱۶۹
- ماخ، ارنست [Ernst Mach, 1838-] ۲۷۲، ۲۱۳، ۱۷۸ [1916]

- مینکوفسکی، هرمان [Hermann Minkowski, 1864-1909] ، ۱۸۵ ، ۲۱۱ ، ۲۱۰  
 ناحیه واجفتیدگی [decoupling era] ۲۶۰  
 ناوردایی وارونی زمان [time reversal] ۱۸۰ [invariance]  
 ناهمسانگردی تابش زمینه کیهانی [CMB] ۱۶۹ [anisotropy]  
 ناهمسانگردی دوقطبی [dipole] ۱۵۳ [anisotropy]  
 ناهمگنی موضعی [local] ۱۷ [inhomogeneity]  
 نجوم رادیویی [radio astronomy] ، ۴۹ ، ۱۱۴ ، ۱۱۱ ، ۱۱۰ ، ۱۰۰ ، ۸۶ ، ۸۴  
 نردبان فاصله کیهانی [cosmic distance] ۸۱ ، ۷۸ [ladder]  
 نرنست، والتر [Walther Nernst, 1864-1941] ۲۱۲ [1941]  
 نسبیت [relativity] ، ۱۶۵ ، ۱۲۱ ، ۹۰ ، ۱۷۵ ، ۱۷۸ ، ۱۸۴ ، ۱۸۵ ، ۱۸۸ ، ۱۹۱ ، ۱۹۳ ، ۲۰۱ ، ۲۰۳ ، ۲۰۶ ، ۲۱۱ ، ۲۱۳ ، ۲۱۴ ، ۲۱۷ ، ۲۲۲ ، ۲۲۴ ، ۲۲۶ ، ۲۳۰ ، ۲۳۳ ، ۲۳۸ ، ۲۴۱ ، ۲۴۳ ، ۲۴۷ ، ۲۴۸ ، ۲۵۰ ، ۲۵۱ ، ۲۵۳ ، ۲۵۸  
 نظام جهان نیوتنی [The Newtonian World System] ۲۹ [World System]  
 نظریه میدان [field theory] ، ۱۶۳ ، ۱۷۲ ، ۱۷۳ ، ۲۰۹ ، ۲۱۶ ، ۲۲۶  
 نلر، گادفری [Godfrey Kneller, 1646-1723] ۳۰ [1723]  
 نمودار دیاپازونی [tuning fork] ۱۰۵  
 نمودار طیفی (گراف طیفی) [spectral] ۵۱ [graph]
- مرجع لخت سراسری [global inertial] ۲۲۵ [frame]  
 مرجع لخت موضعی [local inertial] ۲۲۵ [frame]  
 مردان کوتاه سبز [Little Green Men] ۸۵  
 مسیه، چارلز [Charles Messier, 1730-1817] ۹۸ [1817]  
 معادلات دیفرانسیل مشتقات جزئی [Partial Differential Equations] ۱۶۲ [PDEs]  
 منابع شبیه ستاره [Quasi-Stellar Sources] ۱۱۴ ، ۱۱۵  
 منحنی چرخش [rotation curve] ، ۱۲۳ ، ۱۲۴  
 منحنی چرخش تخت [flat rotation curve] ۱۲۴ [curve]  
 موتزارت، ولفگانگ آمادئوس [Wolfgang Amadeus Mozart, 1756-1791] ۵۰ [1756-1791]  
 موج شوکی [shock wave] ، ۶۷ ، ۶۸ ، ۷۶ ، ۸۹ ، ۸۸  
 مورلی، ادوارد ویلیامز [Edward Williams Morley, 1838-1923] ۲۰۱ [Williams Morley, 1838-1923]  
 موضعی [locality] ، ۲۰۶ ، ۲۱۹ ، ۲۲۴  
 موقعیت تأخیری [retarded position] ۴۵  
 مهبانگ [Big Bang] ، ۱۳۱ ، ۱۳۴ ، ۱۳۶ ، ۱۳۷ ، ۱۴۶ ، ۱۴۸ ، ۱۵۰ ، ۱۵۲ ، ۲۴۳ ، ۱۵۶  
 میچل، جان [John Michell, 1724-1793] ۲۳۰ [1793]  
 میزینر، چارلز [Charles Misner, 1932-] ۲۵۳  
 میله کهکشان [bar of galaxy] ۱۰۶

- ویتگنشتاین، لودویگ [Ludwig] ۷۶ [nova] نواختر  
 ۲۱۶ [Wittgenstein, 1889-1951] [slow neutrons] نوترون‌های کم‌سرعت  
 فرانک، ویلچک، [Frank Wilczek,] ۷۱  
 ۱۷۳ [1951-] مارتین، مارتین [Martin Knudsen,] ۷۱  
 ویلر، جان آرچیبالد [John Archibald] ۲۱۲ [1871-1949]  
 ۲۵۳ [Wheeler, 1911-2008] نور مرئی [visible light] ۴۸، ۱۰۰، ۱۱۰  
 ویلسون، چالرز تامسون ریس [Charles Thomson] ۱۱۴  
 ۱۸۶۹- [Thomson Rees Wilson,] ۱۸۶۹- گونار، گونار [Gunnar Nordström,] ۱۱۴  
 ۱۹۵۹ [1959] ۲۳۳ [1881-1923]  
 ویلسون، رابرت وودرو [Robert] ۱۵۰ [noise] نوفه  
 ۱۹۳۶ [Woodrow Wilson, 1936-] ایگور، ایگور [Igor Novikov,] ۱۱۴  
 دیوید تاد [David Todd] ۲۵۱ [1935-]  
 ۱۵۱ [Wilkinson, 1935-2002] نیروی لورنتس [Lorentz force] ۱۱۳  
 وین، ویلهلم [Wilhelm Wien, 1864-] آیزاک، آیزاک [Isaac Newton, 1642-] ۱۱۴  
 ۱۹۲۸ [1928] ۲۹ [1727]  
 هابل، ادوین [Edwin Hubble, 1889-] کارل، کارل [Carl Neumann, 1832-] نیومان  
 ۱۹۵۴ [1953] ۲۵۱ [1925]  
 هازنواورل، فریدریش [Friedrich] ۱۷۲، ۸۳ [decay] واپاشی  
 ۲۱۲ [Hasenöhrl, 1874-1915] ۱۷۲، ۸۳ [beta decay] واپاشی بتا  
 هاستلت، ژرژ [Georges Hostelet,] ۱۱۴ [James Watson, 1928-] واتسون، جیمز  
 ۱۸۷۵-۱۹۶۰ [1875-1960] ۷۲  
 هالس، راسل [Russell Hulse, 1950-] ۲۴۲ [decoupling] واجفت‌شدگی  
 ۱۵۸۲ [1582-] فرانس، فرانس [Frans Hals,] ۲۶۰  
 ۱۶۶۶ [1666] واحد جرم اتمی [atomic mass unit] ۶۹  
 هالی، ادموند [Edmond Halley, 1656-] واحد نجومی [Astronomical Unit] ۴۴،  
 ۱۷۲۴ [1724] ۲۶۳، ۵۹  
 هاوکنینگ، استیون [Stephen Hawking,] ۲۵۲ [1942-2018] واربروگ، امیل [Emil Warburg, 1846-] واربروگ  
 ۱۹۱۲ [1912] ۲۱۲ [1931]  
 هایزنبرگ، ورنر [Werner Heisenberg,] ۱۵۱ [1717-1797] هوراس، هوراس [Horace Walpole,]  
 ۱۹۰۱-۱۹۷۲، ۱۷۲ [1901-1976] والد، رابرت [Robert Wald, 1947-] ۲۵۳  
 هرتز، هاینریش [Heinrich Hertz, 1857-] ۱۸۹۴ [1894] ۲۳۸ [Rainer Weiss, 1932-] وایس، راینر  
 ۱۸۹۴ [1894] ۱۶۶، ۴۶ [Edouard Herzen,] ۱۶۶ [1877-1936] استیون، استیون [Steven Weinberg,]  
 ۱۸۷۷-۱۹۳۶ [1877-1936] ۱۷۲ [1933-2021]

- هندسهٔ تحلیلی [analytical geometry] ۲۲
- هوک، رابرت [Robert Hooke, 1635-] ۱۵۷، ۳۰ [1703]
- هویش، آنتونی [Antony Hewish, 1924-] ۱۱۱، ۸۸، ۸۶-۸۴ [2021]
- هویگنس، کریستیان [Christiaan Huygens, 1629-1695] ۲۹، ۲۸ [1695]
- هویل، فرد [Fred Hoyle, 1915-2001] ۲۹۰، ۲۷۶، ۱۸۹
- ۱۳۴
- هیدرا - قنطورس [Hydra-Centaurus] ۱۵۳
- هیلبرت، داوید [David Hilbert, 1862-] ۲۱۶ [1943]
- یاکوبی، کارل گوستاو یاکوب [Carl Gustav Jacob Jacobi, 1804-1851] ۱۵۸، ۱۲۷
- یونش [ionization] ۲۶۰، ۱۴۷، ۷۰
- هرتس اشپرونک، اینار [Ejnar Hertzprung, 1873-1967] ۶۳
- هریسون، ادوارد رابرت [Edward Robert Harrison, 1919-2007] ۱۴۶
- هسته‌زایی مهبانگ [Big Bang nucleosynthesis (BBN)] ۱۴۶
- هسته‌های فعال کهکشانی [active galactic nuclei (AGNs)] ۱۱۵
- هفت خواهران [Seven Sisters] ۱۰۰، ۱۰۱
- هلال حاصلخیز [fertile crescent] ۶، ۵
- هلیوم‌سوزی [helium burning] ۷۶
- همسانگردی [isotropy] ۱۴۳، ۱۴۲، ۱۴۳، ۲۴۶
- همگرایی گرانشی [gravitational lensing] ۲۲۷، ۲۲۶، ۲۲۲، ۱۲۸
- همگنی [homogeneity] ۲۴۶، ۱۴۳، ۱۴۲
- همیلتون، ویلیام [William Hamilton, 1805-1865] ۱۵۸