

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



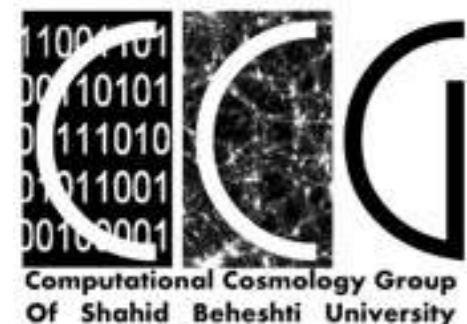
روش تحقیق در فیزیک

سید محمدصادق موحد

دانشکده فیزیک - دانشگاه شهید بهشتی

گروه کیهان شناسی محاسباتی و آزمایشگاه میان رشته ای ابن سینا

<http://faculties.sbu.ac.ir/~movahed>



جلسه اول

فهرست مطالب

- ۰ ساختار درس و ملزومات آن
- ۱ انگیزه دستیابی به علم و دانش
- ۲ نمونه هایی از استراتژی های علمی دوران طلایی اسلام
- ۳ روش شناسی علمی در فیزیک
- ۴ چپستی و چرایی شروع تحقیق

اطلاعات درس در آدرس

<http://facultymembers.sbu.ac.ir/movahed/index.php/courses>

در اینجا به وبسایت بروم

نکاتی که رضا منادی ارسال کرد

Useful links

American Institute of Physics statistics: <https://www.aip.org/statistics>

American Physical Society statements: <https://www.aps.org/policy/statements/index.cfm>

Fraud in physics:

Wikipedia page: https://en.wikipedia.org/wiki/Schön_scandal

Salon article: <https://www.salon.com/2002/09/16/physics/>

APS statement on ethics: <https://www.aps.org/policy/statements/ethics.cfm>

بخششی از وصیت حضرت
امیر(ع) به فرزندش امام حسن

(ع)

نامه ۳۱ نهج البلاغه

وَاعْلَمْ يَا بَنِيَّ أَنْ أَحَبَّ مَا أَنْتَ آخِذٌ بِهِ إِلَيَّ مِنْ وَصِيَّتِي
بدان فرزندانم محبوبترین چیزی که از وصیت من فرا میگیری

تَقْوَى اللَّهِ وَالِإِقْتِصَارُ عَلَى مَا فَرَضَ اللَّهُ عَلَيْكَ
آن است که تقوای الهی پیشه کنی و بر فرائض الهی اقتصار بورزی

وَالْأَخْذُ بِمَا مَضَى عَلَيْهِ الْأَوْلُونَ مِنْ آبَائِكَ وَالصَّالِحُونَ مِنْ أَهْلِ بَيْتِكَ
و به آنچه که اجداد و صالحان خانواده ات به آن معتقد و ملتزم بوده
اند تو نیز اعتقاد و التزام بورزی

چرا که گذشتگان صالح نیز مثل تو نظر به خویشان می کردند و
دغدغه معیشت و معاد داشتند و همانگونه که تو به خود می اندیشی
به خود می اندیشیدند.

آنها پس از اندیشیدن و تجربه و مشورت کردن سرانجام
به نتایجی رسیدند ...

حال اگر این شیوه را نمی پسندی و سر به پیروی آنها
فرو نمی نهی و می خواهی همه چیز را خودت چنان بدانی
که آنان میدانستند دسته کم به تفهم و تعلم رو بیاور نه غوطه
خوردن در شبهات و فرورفتن در مجادلات

در پایان این موضوع حضرت امیر اشاره می کند که :
قبل از هر چیز در این راه از خداوند اعانت و توفیق بجو

انگیزه دستیابی به علم و
دانش و البته دانش فنی

دیدگاه قرآن

برخی از آیات ترغیبی

در حدود ۱۰ درصد آیات قرآن انسان را به تدبیر و تفکر در طبیعت فرامیخواند

در حدود ۷۸۰ آیه از قرآن در کلمه علم به کار رفته است

سوره زمر

هَلْ يَسْتَوِي الَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَالَّذِينَ لَا يَعْلَمُونَ إِنَّمَا يَتَذَكَّرُ أُولُو الْأَلْبَابِ ﴿۹﴾

آیا کسانی که اهل علمند با کسانی که نمی دانند یکسانند؟ برآستی تنها خردمندان متذکر این مطلبند

سوره فاطر

إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ﴿۲۸﴾

از میان بندگان تنها مردمان عالم و دانا مطیع و خداترسند برآستی خدا عزیز و بخشنده است

سوره عنكبوت

قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ بَدَأَ الْخَلْقَ ثُمَّ اللَّهُ يُنشِئُ النَّشْأَةَ
الْآخِرَةَ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ﴿20﴾

سوره يونس

قُلْ انظُرُوا مَاذَا فِي السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَمَا تُغْنِي الْآيَاتُ وَالنُّذُرُ
عَن قَوْمٍ لَا يُؤْمِنُونَ ﴿101﴾

سوره الملك

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا مَّا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِن
تَفَوتٍ فَارْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ مِن فُطُورٍ ﴿3﴾

سوره فصلت

ثُمَّ اسْتَوَىٰ إِلَى السَّمَاءِ وَهِيَ دُخَانٌ فَقَالَ لَهَا وَلِلْأَرْضِ ائْتِيَا طَوْعًا أَوْ
كَرْهًا قَالَتَا أَتَيْنَا طَائِعِينَ ﴿11﴾

فَقَضَاهُنَّ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ فِي يَوْمَيْنِ وَأَوْحَىٰ فِي كُلِّ سَمَاءٍ أَمْرَهَا وَزَيْنَا
السَّمَاءِ الدُّنْيَا بِمَصَابِيحَ وَحِفْظًا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ ﴿12﴾

دیدگاه روایات

اهمیت علم آموزی در روایات

پیامبر اکرم:

أُطْلَبُوا الْعِلْمَ وَ لَوْ بِالصِّينِ فَإِنَّ طَلِبَ الْعِلْمِ فَرِيضَةٌ عَلَى كُلِّ
مُسْلِمٍ إِنْ

الملائكة تضع أجنحتها لطالب العلم رضا بما يطلب؛

دانش را بجوئید اگر چه در چین باشد زیرا طلب دانش بر هر
مسلمانی واجب است و فرشتگان بال خویش را برای طالب
علم پهن می کنند زیرا از آنچه وی در طلب آن است خوشنود
هستند.

جلد یک مجله علمی در دوران طلایی اسلام



(۱) معرفت الهی آسان شود

(۲) باعث اقتدار، اعتلا و آسایش جامعه

استراتژی علمی در دوران طلایی اسلام



آنچه که من انجام داده ام چیزی است که بر هر انسانی واجب است آن را در فن خود عمل کند. یعنی کوششهایی را که پیشینیان وی برای پیشرفت آن فن متحمل شده اند را با سپاسگزاری بپذیرد و اگر متوجه لغزشها و اشتباهاتی از گذشتگان شود آنها را بی پروا تصحیح کند ... و آنچه را در آن صناعت بر او آشکار می شود ثبت و ضبط کند تا برای آیندگان جاودان بماند.

ابداً خویشتن را محدود به آنچه قدمای ما به آن پرداختند نکنیم و سعی نماییم آنچه را که می توان تکمیل کرد تکمیل کنیم

از مقدمه تحدید نهایات الاماکن

ابوریحان بیرونی

۱۳ شهریور ۳۵۲ خورشیدی

۹۵۶ میلادی

استراتژی علمی در دوران طلایی اسلام

مردم دانشور کسانی هستند که اشکالات و آشفتگی های آثار پیشینیان خود را در می یابند. پس این اشکالات را برطرف می کنند و آشفتگی ها را سامان می بخشند. آنان با خوش بینی به کار پدیدآورندگان این آثار می نگرند و بر آنان خرده نمی گیرند و از اینکه متوجه اشتباه دیگران شده اند بر خویش نمی بالند.

از مقدمه کتاب الجبر و المقابله



دانشکده فیزیک

خوارزمی

ریاضیدان
اخترشناس
اسلامی

ولادت ۵۱۶۰ ق. / ۷۸۰ م
وفات ۵۲۳۲ ق. / ۸۵۰ م



استراتژی علمی در دوران طلایی اسلام

یک مصداق تاریخی

کتاب احصاء العلوم

نوشته ابونصر محمد بن محمد فارابی

در باب شمارش علم

به سال ۳۰۰ هجری اواخر رمضان المبارک

استراتژی علمی در دوران طلایی اسلام

ابونصر می نویسد:

برآنیم که در این کتاب دانشهای مشهور را یک به یک برشمریم و خلاصه ای از مباحث هر یک از آنها به دست دهیم

در ادامه می نویسد:

این کتاب را در ۵ فصل قرار می دهیم

فصل اول علم زبان

فصل دوم علم منطق

فصل سوم علم حساب و هندسه مناظر

فصل چهارم علوم طبیعی

فصل پنجم علوم مدنی مثل علم فقه و علم کلام

و ادامه می دهد

دوران طلایی اسلام

۱) اواسط قرن ۸ تا اواسط قرن ۱۳ میلادی

۲) سال ۹۵۰ میلادی عبدالرحمان صوفی

ابره‌ای مارژلانی و صورت فلکی آندرومدا را رصد کرد

۳) در حدود ۱۰۰۰ میلادی ابوریحان بیرونی

نظریاتی در خصوص سیاره ماه ارایه کرد

۴) در حدود ۱۰۰۰ میلادی ابن هیثم نظریاتی

در خصوص نورشناخت داد

۵) در حدود سال ۱۳۰۰ میلادی قطب الدین

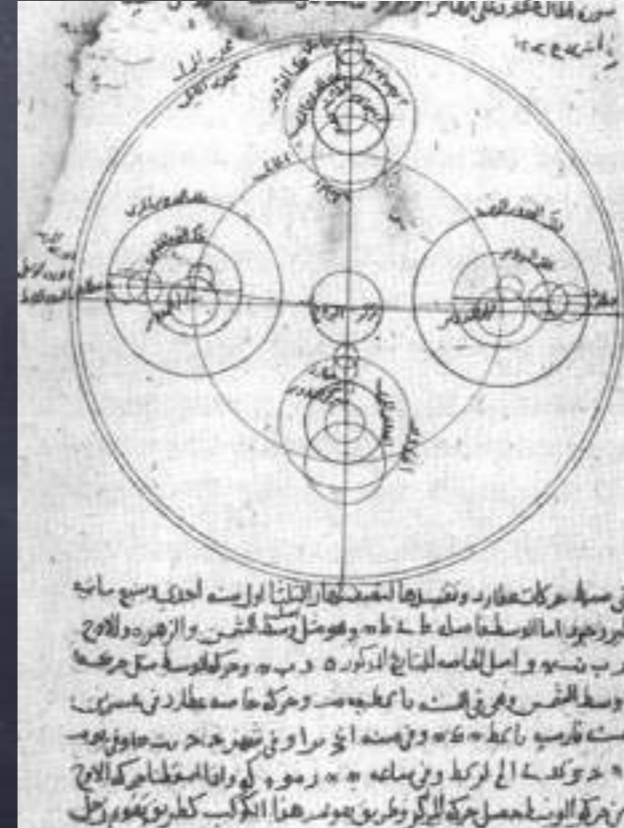
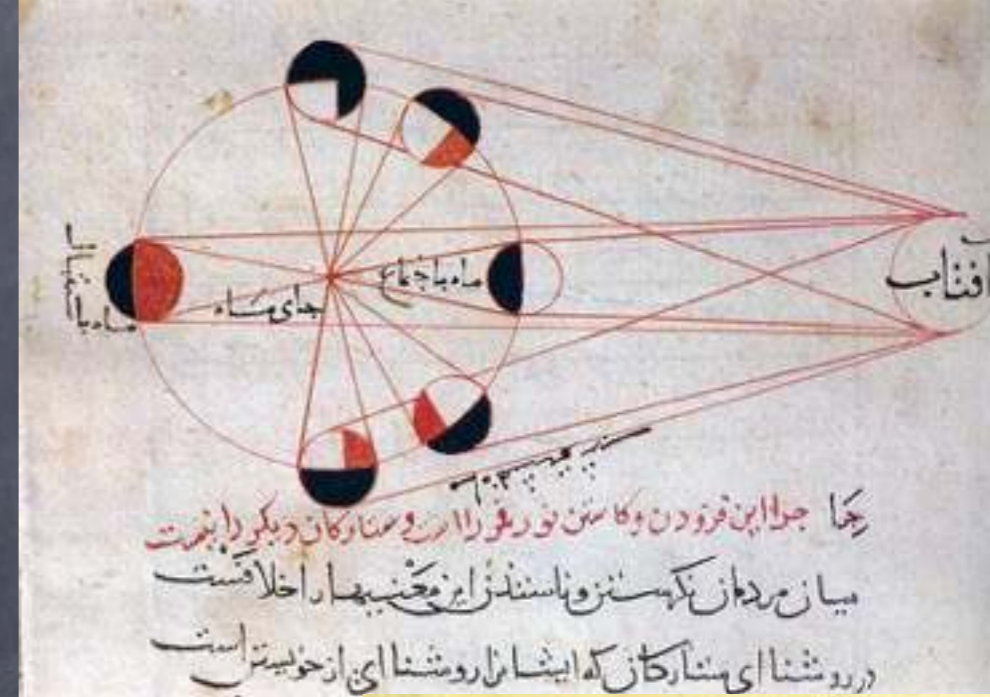
شیرازی بر روی حرکت ستاره‌ها و سیاره

های تحقیقاتی انجام داد

۶) در حدود ۱۳۵۰ ابن شاطر نظریاتی در

خصوص حذف ایده زمین مرکزی داد که

بعدا کپرنیک از این ایده‌ها استفاده کرد



تعریف توسعه علمی

توسعه علمی دارای جنبه های مختلفی است از این رو تعریف یکسانی به آن مترتب نیست ولی می توان گفت که :

- استمداد از دانش و عقلانی برای حل مسایل مختلف تولید دانش فنی و افزایش بصیرت علمی

پیشرفت علمی لزوماً به معنای توسعه علمی نیست

توسعه علمی زمانی شکل می گیرد که کارکردهای نهادهای علمی به عنوان بخشی از ارزشهای فرهنگی تبدیل شود

راهکارها و ملزومات توسعه علمی (۱)

- (۱) پذیرش اهمیت علم به معنای عام آن به عنوان اولین شرط لازم
 - مبانی اعتقادی (آیات و روایات)
 - احساس نیاز برای رفع مشکلات و توسعه رفاه
- (۲) خود اتکایی علمی نه مقدور و نه راه حل مناسب و منطقی
 - شکوفایی علمی تمدن اسلامی مرهون نهضت ترجمه از سریانی هندی چینی کلدانی بابلی اسکندرانی به عربی (دوره انفعال) و در ادامه دوره تولید و زایش (ترجمه به دیگر زبانها) و نهایتاً منجر به دوره تاثیر

راهکارها و ملزومات توسعه علمی (۲)

- (۳) خلاقیت علمی: راهی برای تفکیک انتقال فرهنگی از رشد علمی
- درک درست از ماهیت نظریات موجود و رسیدن به مرحله زایش علمی شرط لازم و کافی برای کاربردی کردن نظریه ها است
 - اشراف و تسلط بر نظریات کنونی
- (۴) مبادله علمی به جای انتقال علمی
- همکاری های بین المللی
 - مبادله استاد و دانشجو

راهکارها و ملزومات توسعه علمی (۳)

(۵) ترکیب اندیشه های علمی اقوام و ملل مختلف - به عنوان نمونه در دوران طلایی اسلام ابوریحان بیرونی و خوارزمی بیشتر این رهیافت را مد نظر داشتند یعنی تلفیق ریاضیات هندی و یونانی و ابن سینا بیشتر تعمیم نظریات را دنبال می کرد

(۶) توجه به تجربه گذشتگان و مستند سازی:

literature Review

حضرت امیر (ع) : شرط خرد حفظ تجربه ها و بکارگیری آنهاست

راهکارها و ملزومات توسعه علمی (۴)

(۷) توجه به جنبه های جامعه شناختی تاریخی علم خود: وجود چنین بینشی حداقل دارای مزایای زیر است:

- ایجاد بستر برای ارایه تجربیات گذشتگان هم کیش و آیین
- آگاهی یافتن از مطالعات انجام شده در این حوزه با رویکرد
تعاملات فرهنگی

- تلفیق نیازهای کنونی جامعه با علم

- کمک به فهم علم روزگار خود (تاریخ علم)

- کمک به ارتقای سواد علمی مردم

- تقویت اعتماد به نفس علمی (نه اتکای علمی)

برنامه ریزی علمی

- برنامه های بلند مدت (برنامه های راهبردی): ترسیمات راه کلی برای رسیدن به اهداف بلند مدت
- برنامه های میان مدت (برنامه های توسعه ای): تا ۵ سال
- برنامه های کوتاه مدت (برنامه های عملیاتی): تا یک سال

ملزومات تهیه یک برنامه راهبردی ترسیمات راه کلی برای رسیدن به اهداف بل برای رسیدن به توسعه علمی

- پذیرش اهمیت علم اندوزی
- توجه به تعاملات دوسویه تحولات علمی و فرهنگی
- توجه به جنبه های جامعه شناختی علم در بندهای زیر:
 - (۱) آگاهی از مطالعات انجام شده با رویکرد تعاملات فرهنگی
 - (۲) تلفیق آنها با نیازهای جامعه
 - (۳) تقویت اعتماد به نفس علمی (مبادله علمی به جای انتقال علمی)
 - (۴) درک درست از ماهیت نظریات موجود
 - (۵) تعیین اهداف و ماموریت های علم مورد بررسی

علم فیزیک

- علم شناخت و مطالعه کمی جهان طبیعت (نه جهان خلقت) با کمک زبان ریاضی (زبان علم و تجهیزات)
- به بیانی دیگر شناخت فرآیندها و سازوکارهای موجود در طبیعت
- روش شناسی علمی در این شاخه شامل نظریه پردازی بنیادی و پدیده شناختی و معرفی کمیت های مشاهده پذیر در آنها از یک سو و از سویی دیگر انجام آزمایشها و مشاهدات و رصدها و نهایتا ارائه مقادیر کمی برای مشاهده پذیرها است.
- استفاده از رهیافتهای محاسباتی برای طراحی آزمایشهای تصنعی در رایانه و حل معادلات تحول مستخرج از رویکردهای بنیادی (نظری و تجربی) که به فیزیک محاسباتی معروف است غالبا در خدمت دو بخش قبل است.
- چتر علم داده نیز در تعامل جدید با تمام سه بخش گفته شده است.

جهان خلقت

سوره انسان

إِنَّا خَلَقْنَا الْإِنْسَانََ مِنْ نُّطْفَةٍ أَمْشَاجٍ نَّبْتَلِيهِ فَجَعَلْنَاهُ سَمِيعًا
بَصِيرًا ﴿٢﴾

ابتدا

میانه

انتهای

علم فیزیک

- علم شناخت و مطالعه کمی جهان طبیعت با کمک زبان ریاضی (زبان علم و تجهیزات)
- به بیانی دیگر شناخت فرآیندها و سازوکارهای موجود در طبیعت

برخی از شاخه‌های خروجی

برونداها (فرآیندی پویا و خلاق)

علم فیزیک

اثرات

دستاوردها

برخی از شاخصهای خروجی

- ۱) بروندها (Outcome): شامل رایه ایده ها مدل سازی و اندازه گیریهای تجربی و شبیه سازی است (تالیف مقالات علمی)
- ۲) دستاوردها (Income): شامل تولید دانش فنی و فناوری (در خصوص فیزیک باید گفت که زیرساخت چنین دستاوردهایی را فراهم می کند)
- ۳) تاثیر (Impact): شامل رایه سازوکار عینی در مقوله نرم افزار و سخت افزار که منجر به افزایش ثروت ملی و افزایش رفاه اجتماعی و ... شود

انگیزه مطالعه (رویکردی دیگر)

❖ بشر کنجکاو است بداند که از کجا آمده و به کجا می‌رود. خلاصه اینکه می‌خواهد بیشتر بداند

❖ مشکلات جهان زیر اتمی و بزرگ مقیاس

❖ از نقطه نظر معرفتی نیز انگیزه های قوی در مطالعه این بخش از عالم وجود دارد

نگاهی به وضعیت علم فیزیک فیزیک

(۱) در قرن ۱۸ مطالعات عمدتاً مبتنی بر مکانیک نیوتنی و ساختار ریاضی مربوط به آن متمرکز بود

(۲) در نیمه اول قرن ۱۹ الکترومغناطیس با کارهای اورستد؛ فارادی و بعد هم ماکسول شکل گرفت

(۳) در نیمه دوم قرن ۱۹ نیز با ساختار ریاضی که ماکسول از مشاهدات فارادی و دیگران ارائه داد نظریه واحد الکترومغناطیس پدید آمد. در همان موقع بود که تصور میشد که فیزیک به آخر کار خودش رسیده است

در پایان قرن ۱۹ چند اتفاق مهم رخ داد که استحکام فیزیک نیوتنی-
ماکسولی را به هم ریخت

(مکانیک) مطلق یا نسبی (بزرگ مقیاس)

(۱) نسبییت خاص

(۲) نسبییت عام ۱۹۱۷

داستان مربوط به نیروی گرانش

ماده-فضا-زمان

نسبی بودن در مقابل مطلق بودن

چرا قوانین مکانیک نیوتنی فقط از یک دستگاه لخت به دستگاهی دیگر

ناوردا است؟ ولی الکترومغناطیس چنین نیست؟

چرا باید مرجع مرجع داشته باشیم؟

اثر چیست؟

تابش و ماده (ریز مقیاس)

تابش جسم سیاه : شکست فیزیک کلاسیک برای توصیف
منحنی طیف

فوتوالکتریک : نظریه ای ذره ای بودن نور

...

نظریه فیزیک کوانتومی

۱۹۲۵

بعد از آن هم نظریه میدانهای کوانتومی پدید آمد

جهان زیر اتمی

تصویر ناپذیری حوادث اتمی
ناموضعیّت

علیّت

جهان بزرگ مقیاس

گرانش کوانتومی

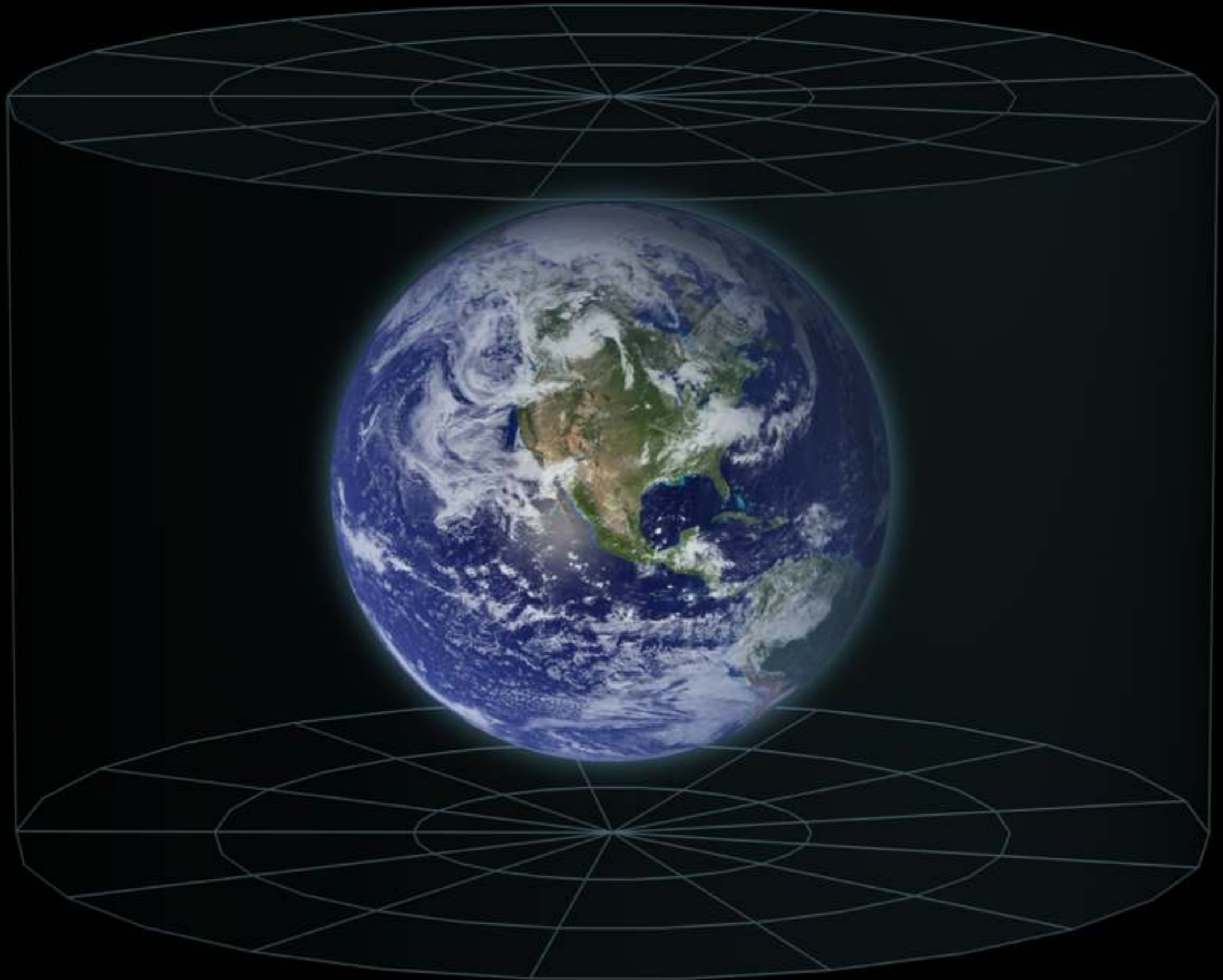
عناصر سازنده عالم

ابعاد اضافی

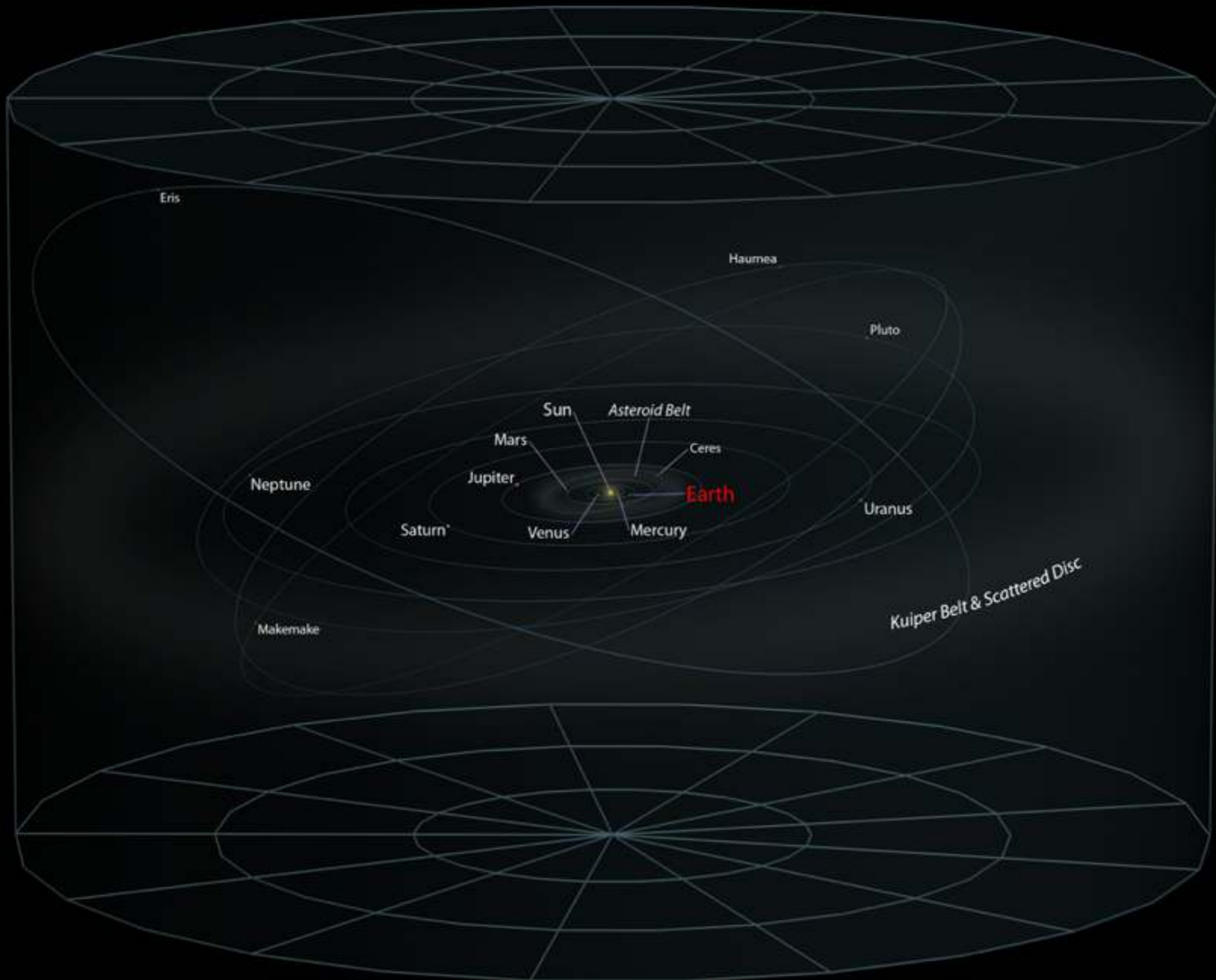
نظریه وحدت بزرگ

GUT

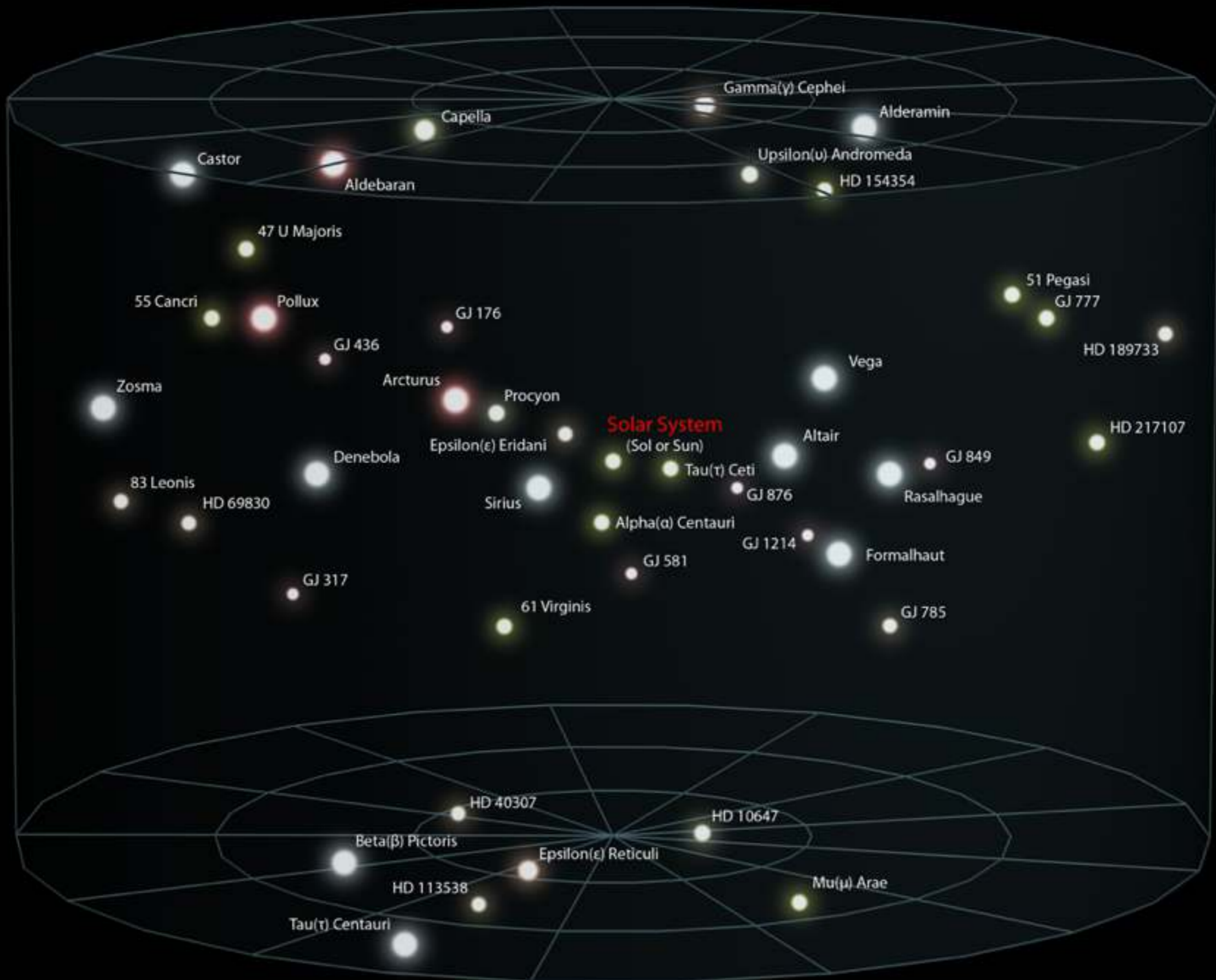
Earth



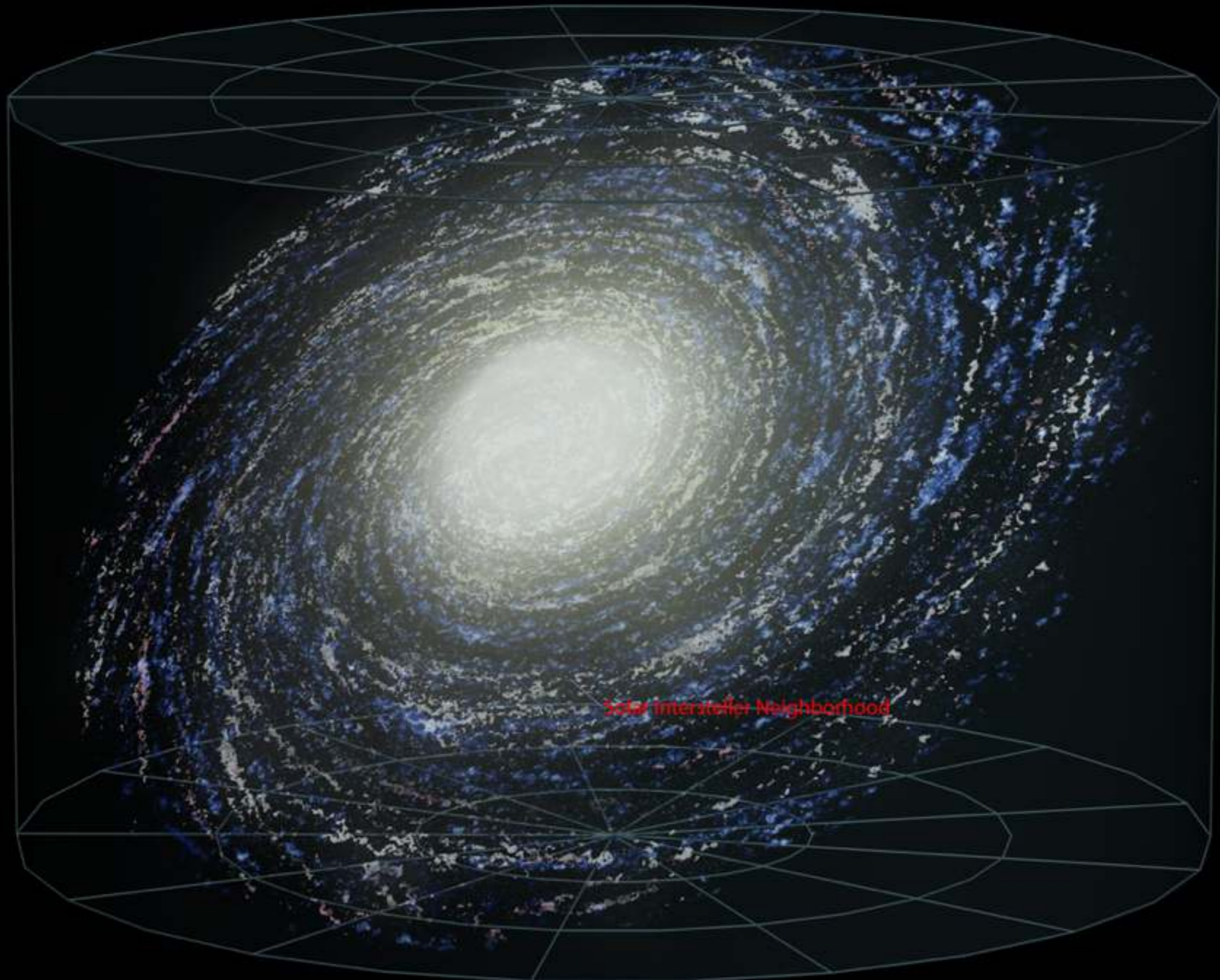
Solar System



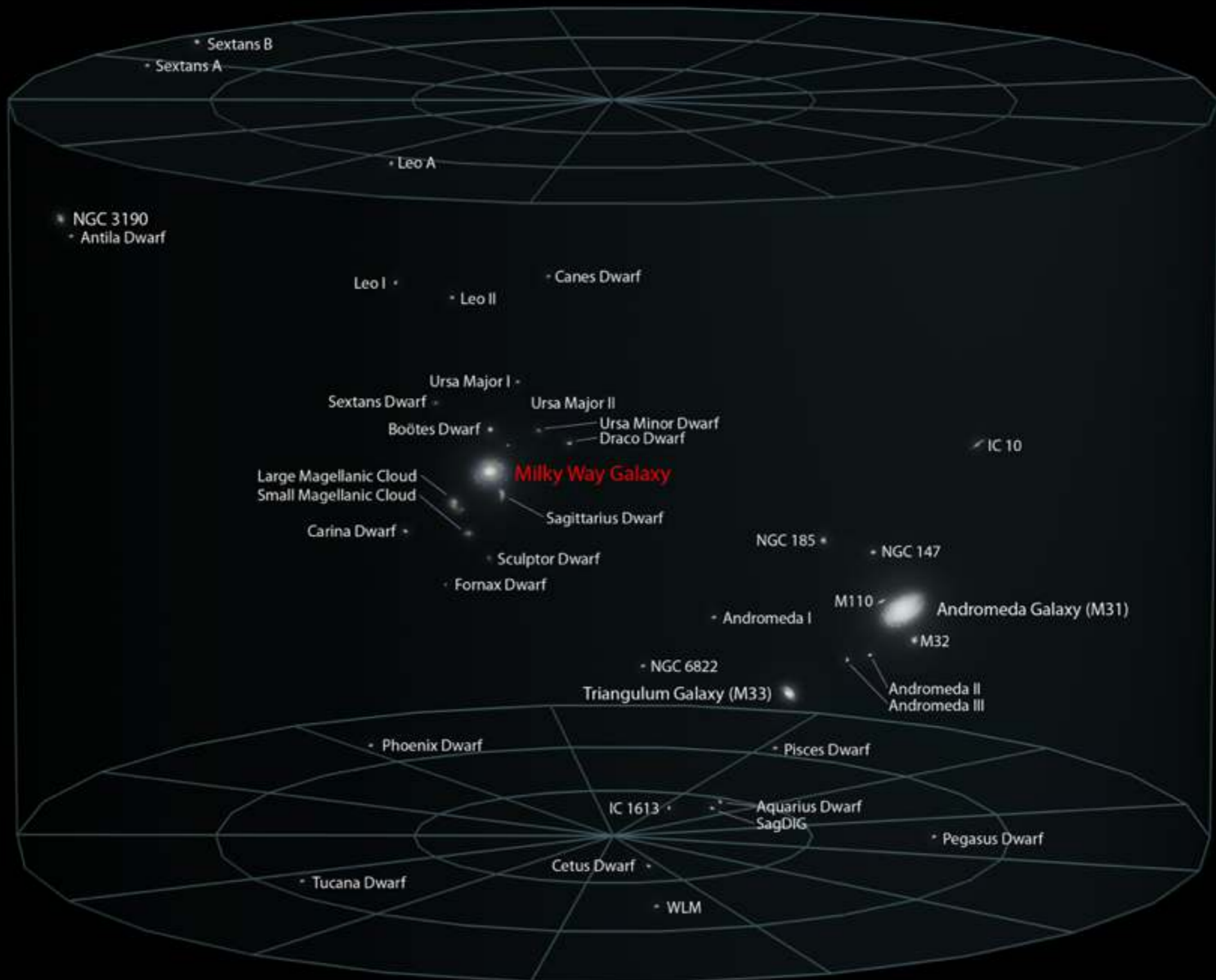
Solar Interstellar Neighborhood



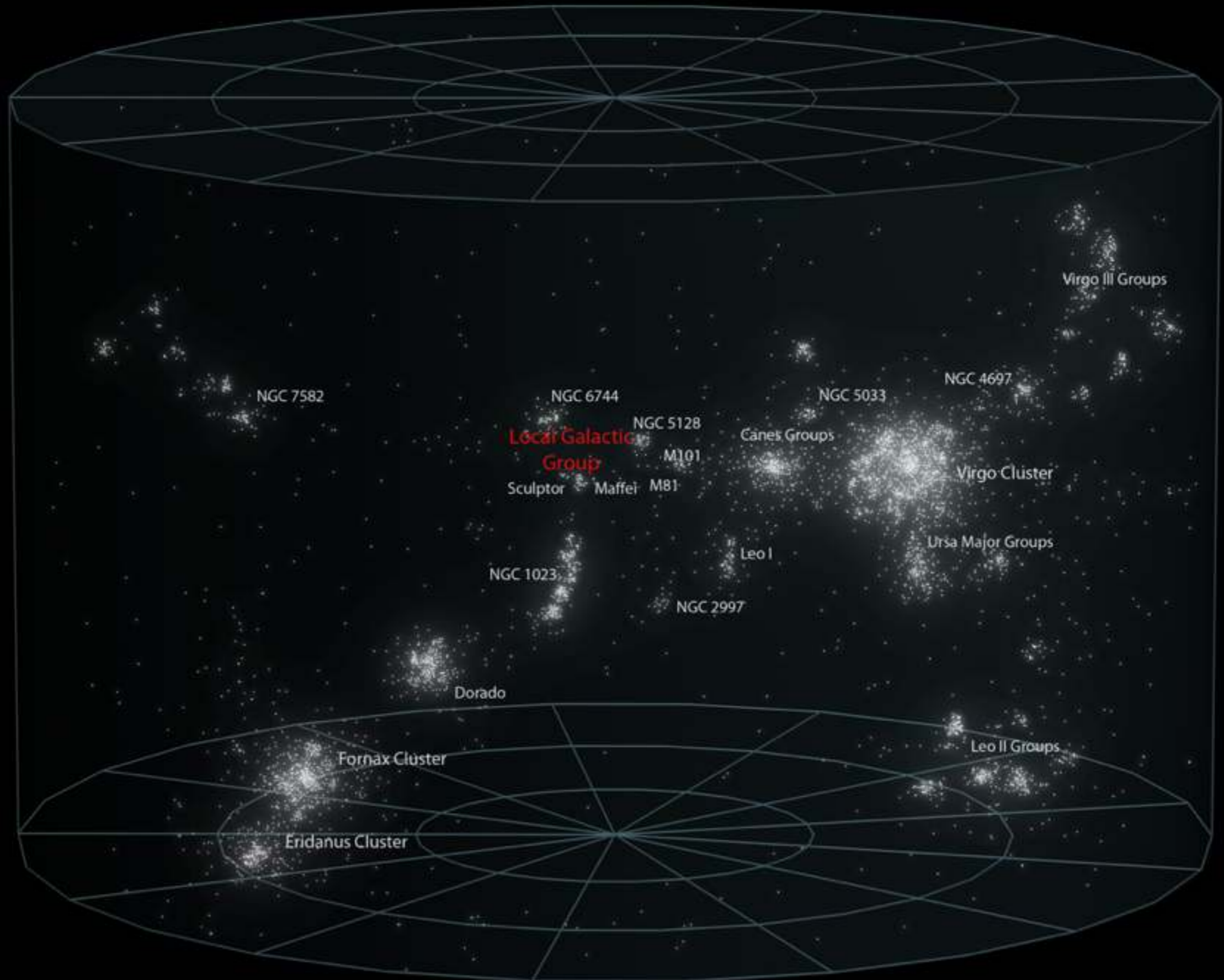
Milky Way Galaxy



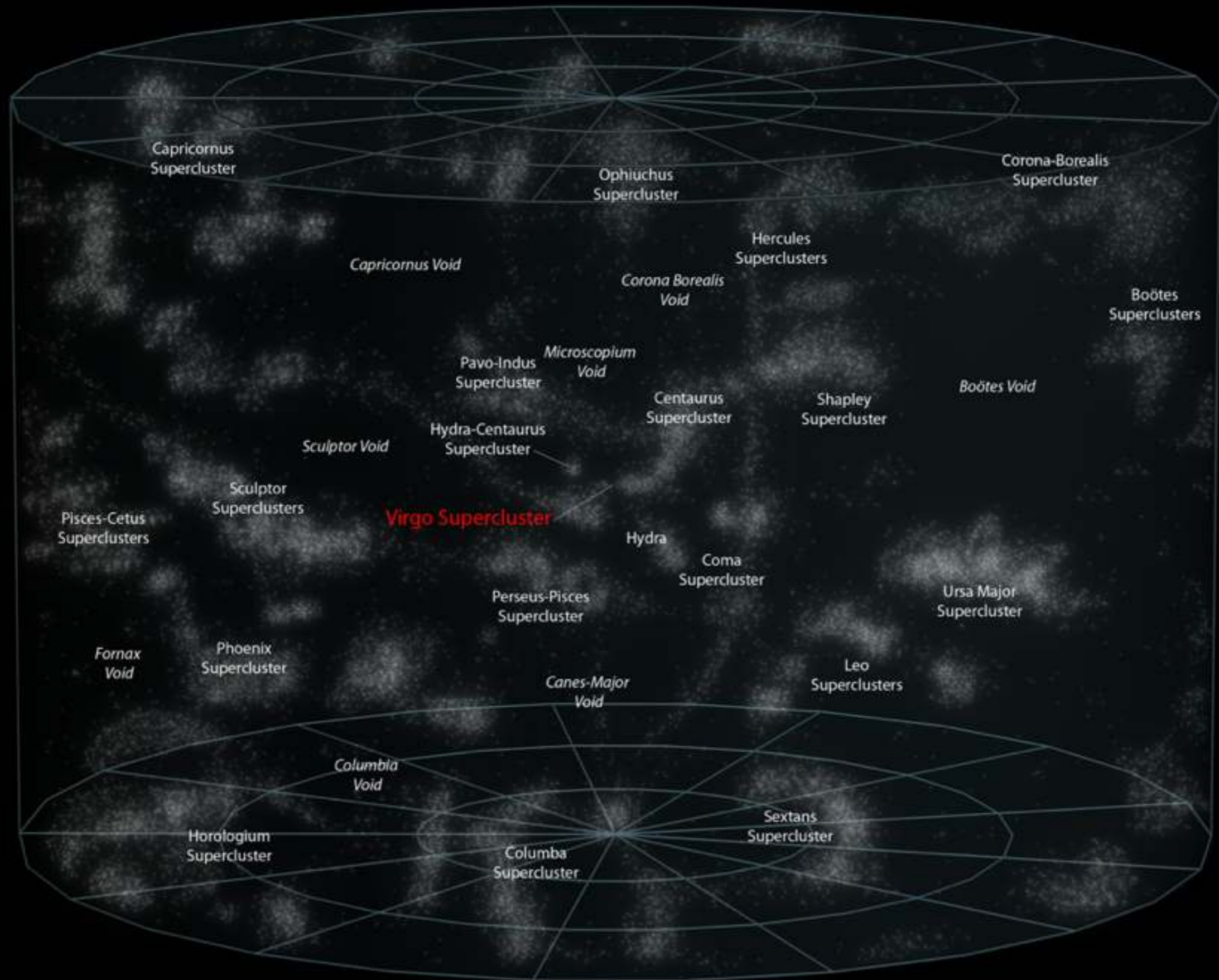
Local Galactic Group



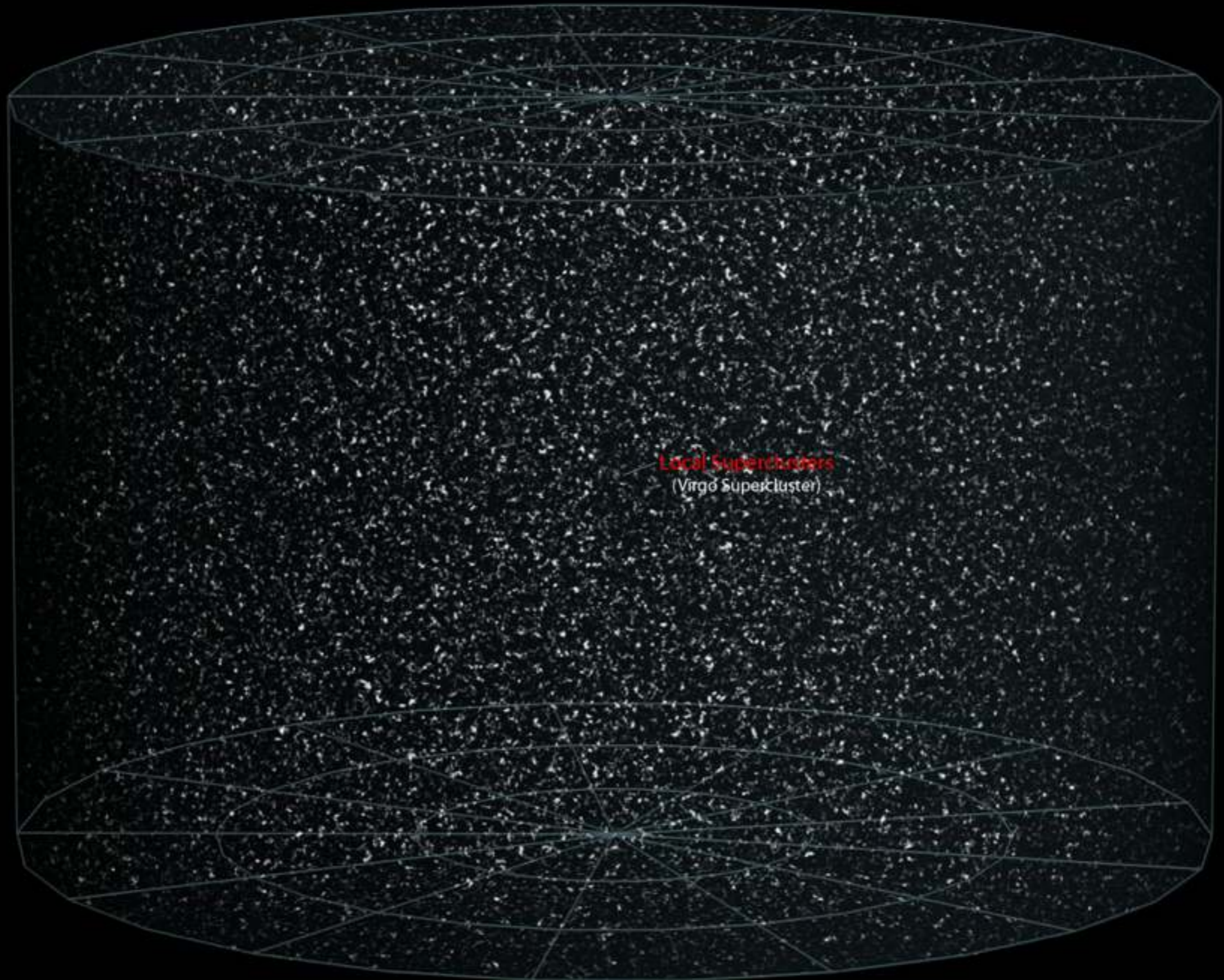
Virgo Supercluster



Local Superclusters

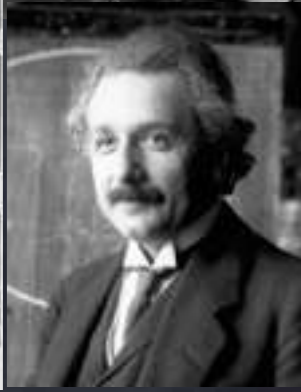
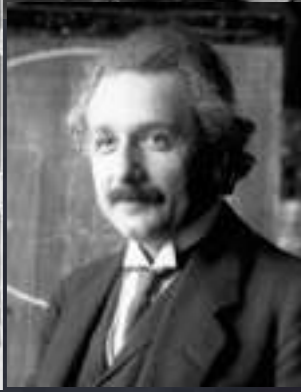


Observable Universe



تاریخچه علم کیهانشناسی

- ~1500 A.D. Nicolaus Copernicus
- ~1600 A.D. Galileo Galilei
- ~1700 A.D. Isaac Newton
- ~1900 A.D. Ernst Mach
- ~1917 A.D. Albert Einstein
- ~1917 A.D. Willem Desitter
- ~1922 A.D. Alexander Friedmann
- ~1924 A.D. Edwin Hubble
- ~1949 A.D. Fred Hoyle "Big-Bang"
- ~1964 A.D. Penzias and wilson, CMB detected (1978 got nobel prize)
- ~1979 A.D. Abdus Salam et.al. nobel prize
- ~1989 A.D. COBE was lunched
- ~2003 A.D. WMAP was lunched
- ~2006 A.D. Noble prize (COBE)
- ~2009 (16 May) Planck was lunched
- ~2011 A.D. Nobel prize SNIa



آیا تاکنون به سوالات زیر فکر کرده

قبل از انفجار بزرگ چه چیزی بوده است؟

چطور ممکن است که بتوانیم اجرامی با فاصله ۱۴ میلیارد سال نوری از خود مشاهده کنیم در حالی که جهان فقط ۱۳/۷ میلیارد سال بیشتر سن ندارد؟

انفجار بزرگ در کجا رخ داده است؟

اگر در زمان انفجار اولیه هرچیزی دقیقاً در کنار هم بوده پس چرا به اندازه سن عالم طول می کشد که ما نور ساطع شده از آنها را ببینیم (اشاره به

(فوتونهای زمینه کیهان

کیهان ما چقدر بزرگ است؟

ورای لبه های کیهان چه چیزهایی وجود دارد؟

.

.

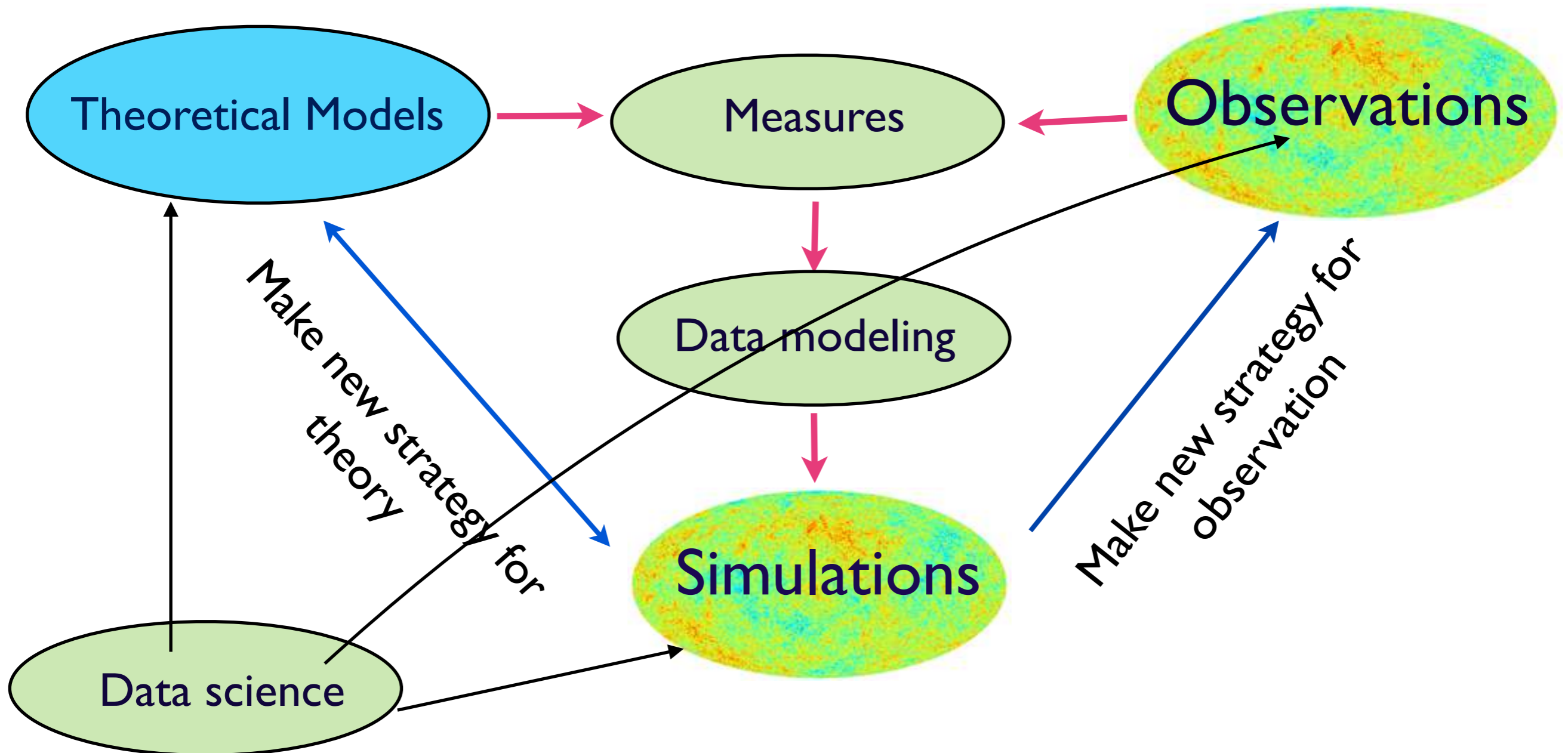
برای پاسخ گویی به چنین سوالاتی نیاز داریم که مدل بنا کنیم

❖ برای بررسی تحول فرآیندها در طبیعت و احتمالاً پیش بینی وضعیت آن در آینده

❖ این مدل بایستی حتی الامکان از نقطه نظر ریاضی ساده باشد

روش شناسی علمی در فیزیک

Model - Observation & Experiments - Statistical analysis



انتخاب هر موضوع تحقیقی و پژوهشی

چرا این موضوع برای تحقیق مهم است؟

تاریخچه موضوع چیست؟

چه اقداماتی که تاکنون انجام شده است؟

تبعاتی که این موضوع در جامعه علمی گذاشته چیست؟

آینده این موضوع علمی چگونه است؟

مزیت نسبی من برای انجام تحقیق چیست؟

چه مهارت های عمومی و تخصصی دارم؟

مهارت های عمومی و تخصصی که طی تحقیق یاد خواهم گرفت؟

موقعیت های شغلی که بواسطه آن بدست خواهم آورد چیست؟

هدف من از انجام تحقیق چیست؟

توسعه مهارت های فردی

آمادگی برای رفتن به مرحله بعد آموزش یا پژوهش

استفاده از نتیجه آن برای انجام مرحله دیگری از پژوهش

از انجام این تحقیق چه چیزهایی یاد خواهم گرفت؟
(نگاه توسعه ای از یادگیری)

مهارت های نرم و تخصصی

تجربه حل مسئله و مدیریت زمان

دریافت گواهی نامه تخصصی

درج در سوابق علمی و اجرایی

موهبتی که از انجام و اتمام تحقیق بدست می آورم چیست؟

خلاصه و جمع بندی جلسه اول

- ۰ ساختار درس و ملزومات آن
- ۱ انگیزه دستیابی به علم و دانش
- ۲ نمونه هایی از استراتژی های علمی دوران طلایی اسلام
- ۳ روش شناسی علمی در فیزیک

انتهای جلسه اول

از توجه شما سپاسگزارم