

علم داده: مدلسازی داده ها: کلیات

سید محمد صادق موحد

دانشکده فیزیک - دانشگاه شهید بهشتی

پژوهشکده فیزیک، پژوهشگاه دانشهای بنیادی (IPM)

گروه کیهان شناسی محاسباتی (GCC-SBU)

آزمایشگاه میان رشته ای ابن سینا

<http://facultymembers.sbu.ac.ir/movahed/>

فهرست مطالب

- (۱) مقدمه، روش شناسی علمی
- (۲) علم داده (Data Sciences)
- (۳) خلاصه ای بر اقسام رهیافتهای مدل سازی داده ها
- (۴) جمع بندی

استراتژی علمی در دوران طلایی اسلام

(~8th- ~14th a.c.)

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

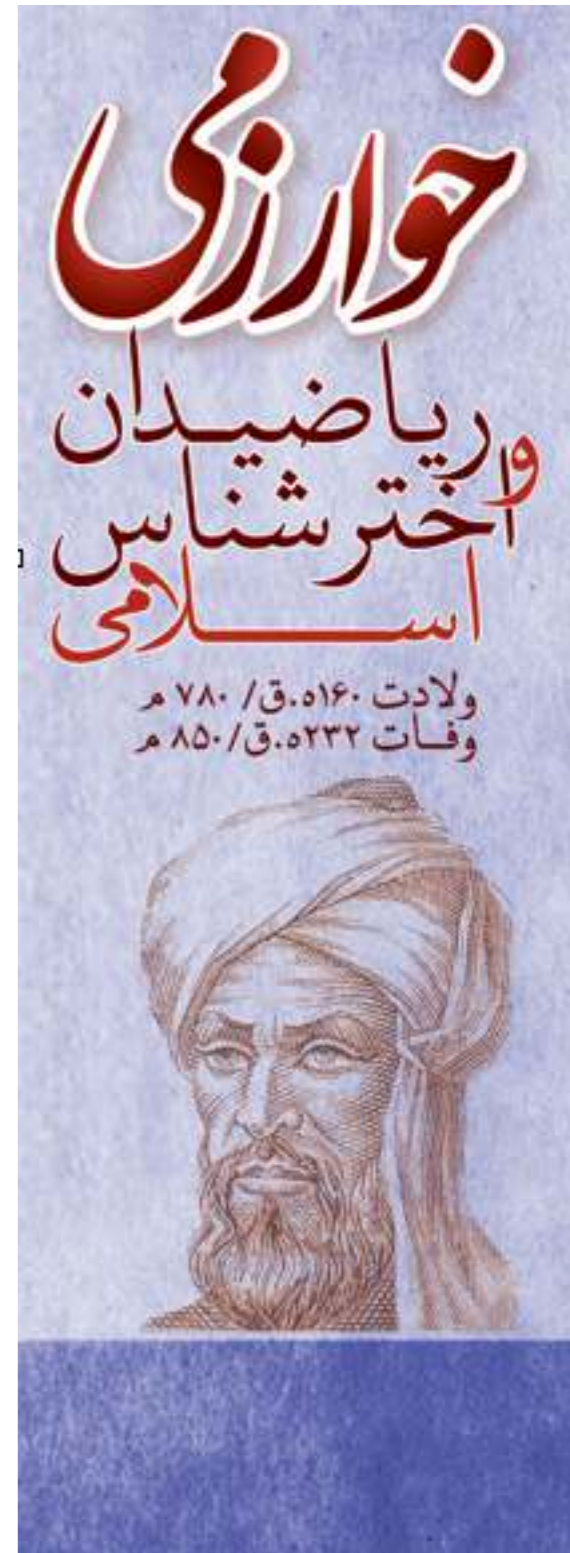
۱۳ شهریور ۳۵۲ خورشیدی

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



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

برخی از شاخه‌های خروجی

برونداها (فرآیندی پویا و خلاق)

علم فیزیک

اثرات

دستاوردها

چرخه روش شناسی علمی

مبثنی بر اصول موضوعه
و توصیف های پدیده شناختی

مدلهای نظری

چرخه روش شناسی علمی

مبتنی بر اصول موضوعه
و توصیف های پدیده شناختی

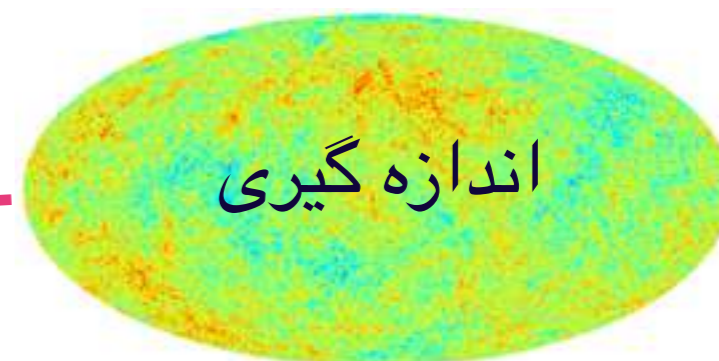
مدلهای نظری

مبتنی بر انجام آزمایشها
و اندازه گیری مشاهده پذیرها

اندازه گیری

چرخه روش شناسی علمی

مبتنی بر اصول موضوعه
و توصیف های پدیده شناختی



مبتنی بر انجام آزمایشها
و اندازه گیری مشاهده پذیرها

چرخه روش شناسی علمی

مبتنی بر اصول موضوعه
و توصیف های پدیده شناختی

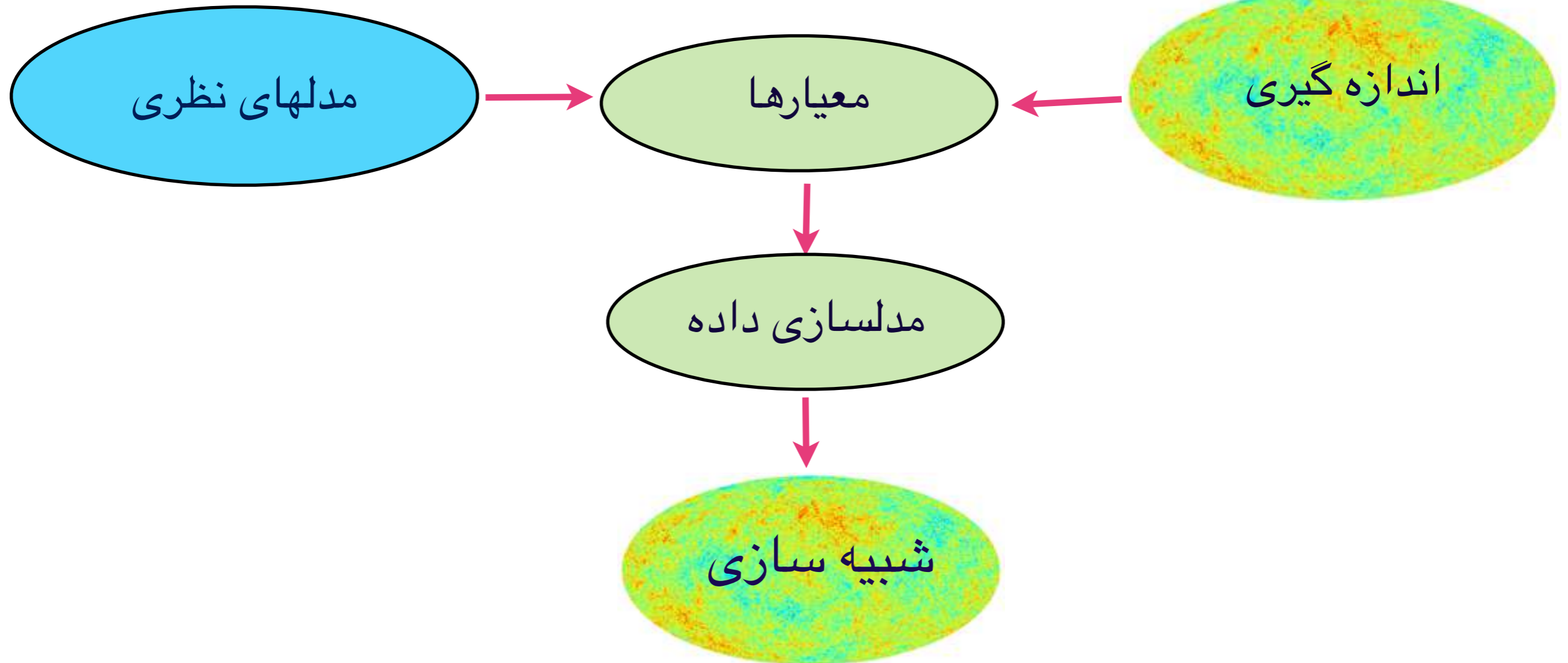


مبتنی بر انجام آزمایشها
و اندازه گیری مشاهده پذیرها

چرخه روش شناسی علمی

مبتنی بر اصول موضوعه
و توصیف های پدیده شناختی

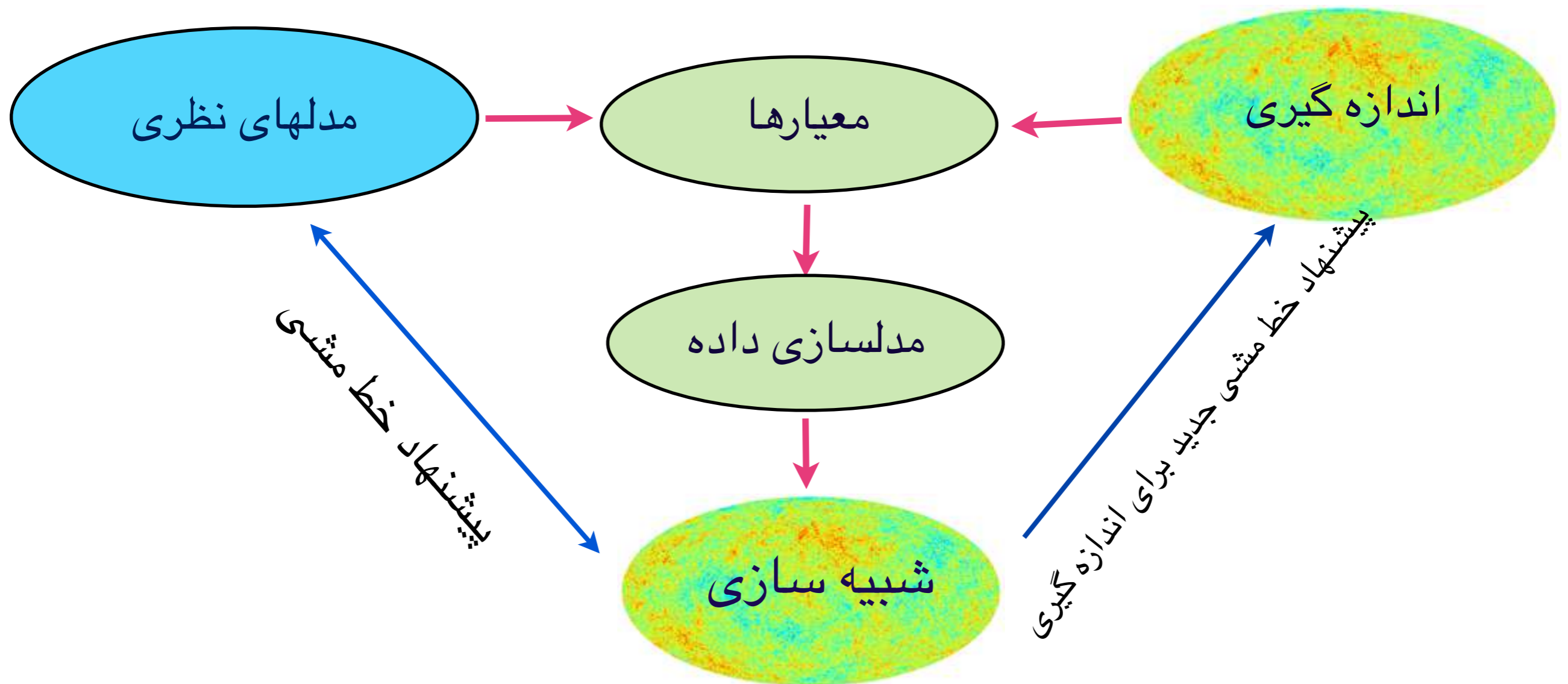
مبتنی بر انجام آزمایشها
و اندازه گیری مشاهده پذیرها



چرخه روش شناسی علمی

مبتنی بر اصول موضوعه
و توصیف های پدیده شناختی

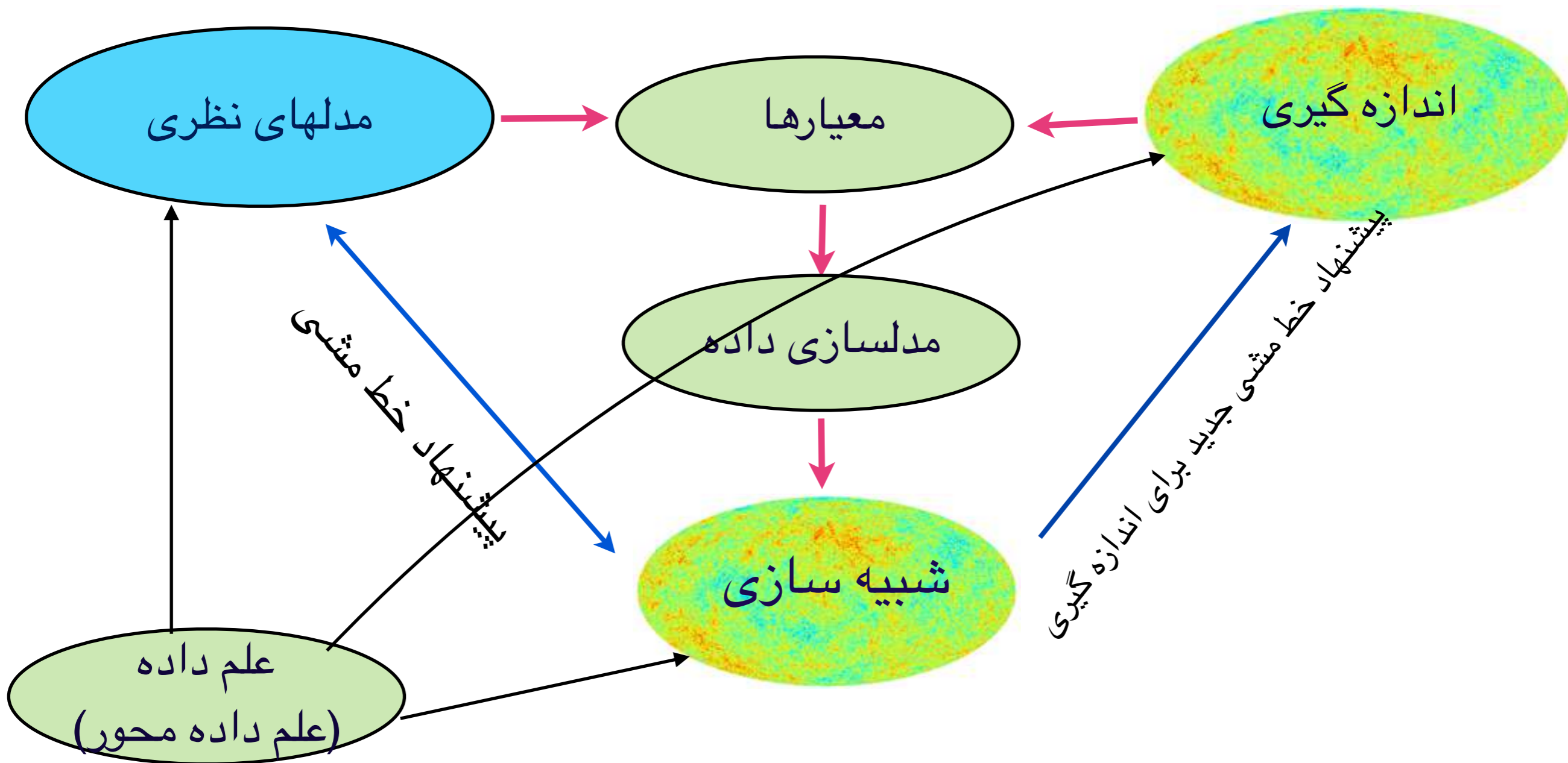
مبتنی بر انجام آزمایشها
و اندازه گیری مشاهده پذیرها



چرخه روش شناسی علمی

مبتنی بر اصول موضوعه
و توصیف های پدیده شناختی

مبتنی بر انجام آزمایشها
و اندازه گیری مشاهده پذیرها



ساختار بخش شبیه سازی

مساله ها

علوم طبیعی

ساختار بخش شبیه سازی

مساله ها

نظریه ها

علوم طبیعی

مدلها

ساختار بخش شبیه سازی

مساله ها

نظریه ها

روشها

علوم طبیعی

مدلها

الگوریتم ها

ساختار بخش شبیه سازی

مساله ها

نظریه ها

روشها

پیاده سازی

علوم طبیعی

مدلها

الگوریتم ها

برنامه ها

بخش دوم: کلان داده

کلان داده Big Data (3V-model)

به نظر می رسد که از جمله اولین مراکزی که عبارت Big Data را بکار برده است NASA است (سال ۱۹۹۷)
(۱) کلان بودن از حیث کمیت (Volume)
(۲) آهنگ تولید چشمگیر (Velocity or Production rate)
(۳) تنوع زیاد (Variaty)

برخی از منابع تولید کلان داده

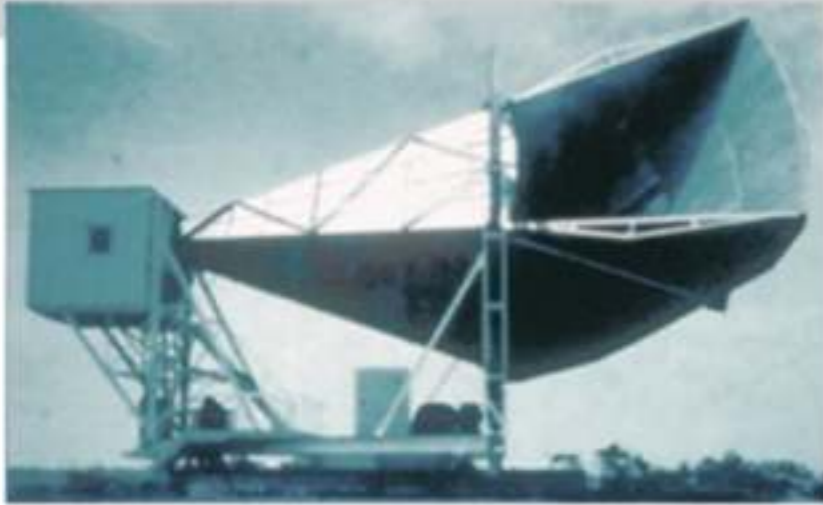
- (۱) رسانه های اجتماعی و تولیدات مربوطه
- (۲) منابع علمی برخط
- (۳) تراکنش های مالی و سایر داده های مالی
- (۴) ارتباطات مشتریان و درخواست های آنها
- (۵) داده های تولید شده از حسگرهای مختلف در حوزه های مختلف
- (۶) داده های تولید شده حاصل از اندازه گیری های مختلف توسط ابزارهای آزمایشگاهی
- (۷) داده های حوزه پزشکی و سلامت
- (۸) حمل و نقل
- (۹) اینترنت
- و ...

برخی از منابع تولید کلان داده (3V model)

- (۱) گوگل هر حدود ۴ ثانیه در حدود **یک پتابایت** معادل حدود ۱/۵ میلیون دیسک داده تحلیل می کند. (معادل یک درصد حجم ترافیک اینترنت سال ۱۹۹۳)
- (۲) در یوتیوب هر دقیقه بالغ بر ۳۰۰ ساعت فیلم تولید می شود.
- (۳) داده های ساختارمند و بدون ساختار (Structured and Unstructured) و ...

1965

Penzias and Wilson



۱۹۶۵ (۱۳۴۴)



۱۹۹۲ (۱۳۷۱)

دقت زاویه در حدود ۷ درجه یعنی در حدود ۱۲ برابر اندازه زاویه ای ماه در حدود ۸۶۰۰ داده

COBE

۲۰۰۳ (۱۳۸۲)

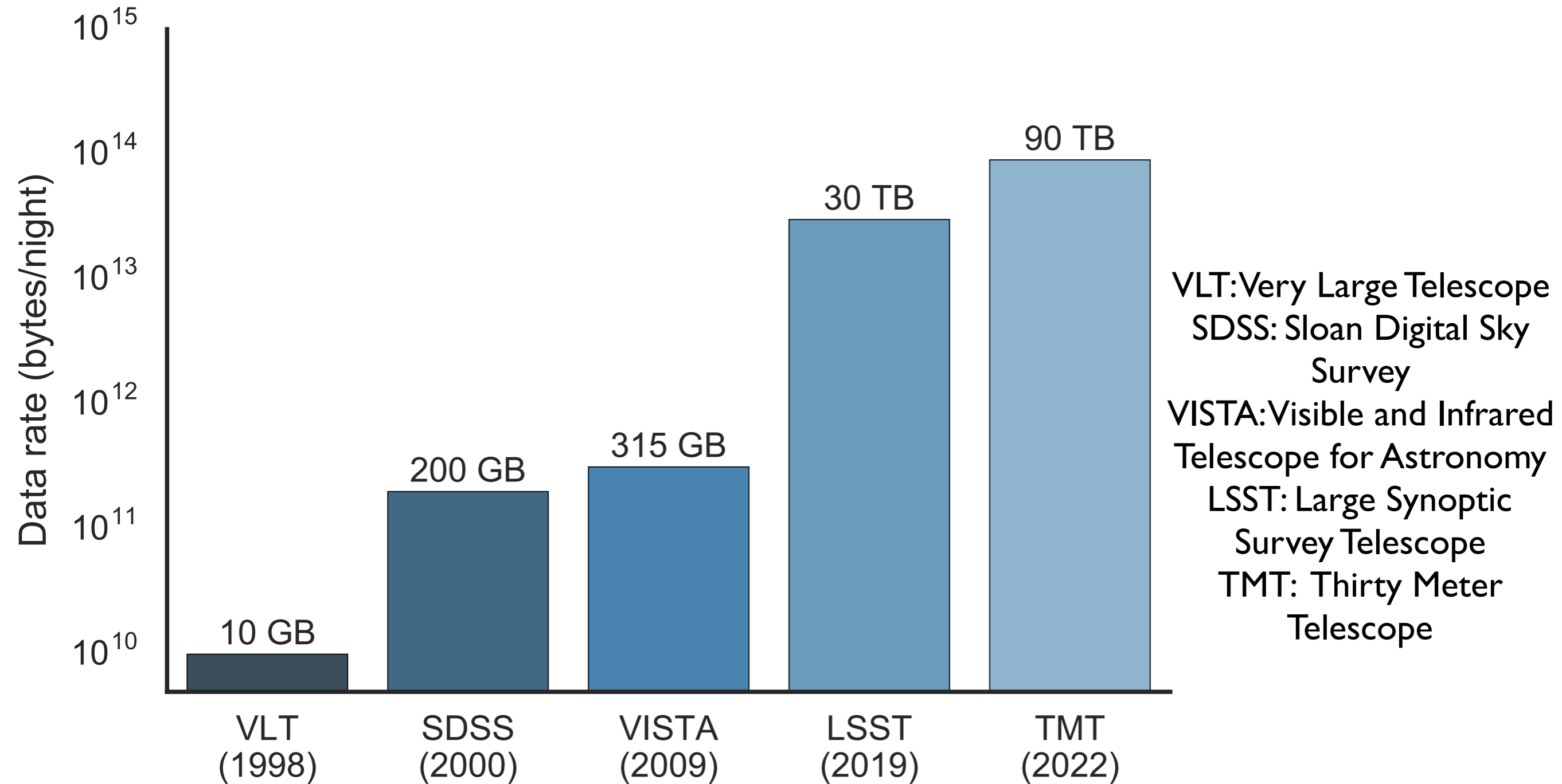
دقت زاویه ای در حدود ۱۳ دقیقه قوسی در حدود نصف اندازه زاویه ای ماه داده ۳۱۴۵۷۲۸

WMAP

۲۰۱۳ (۱۳۹۲)

دقت زاویه ای در حدود ۵ دقیقه قوسی داده ۵.۳۳۱۶۴۸

Planck



Kremer, Jan, et al. "Big universe, big data: machine learning and image analysis for astronomy." IEEE Intelligent Systems 32.2 (2017): 16-22.

CERN:

جهان از چه چیزی ساخته شده و چگونه کار می کند؟
(از سال ۱۹۵۴ (۱۳۳۳ هجری شمسی))

تولید ۲۵ گیگابایت داده در هر ثانیه



Square Kilometer Array (SKA) Radio Telescope

پروژه یک میلیارد دلاری

تولید و بررسی ۴۰۰ گیگابایت داده در هر ثانیه



شناخت علمی و جایگاه داده ها

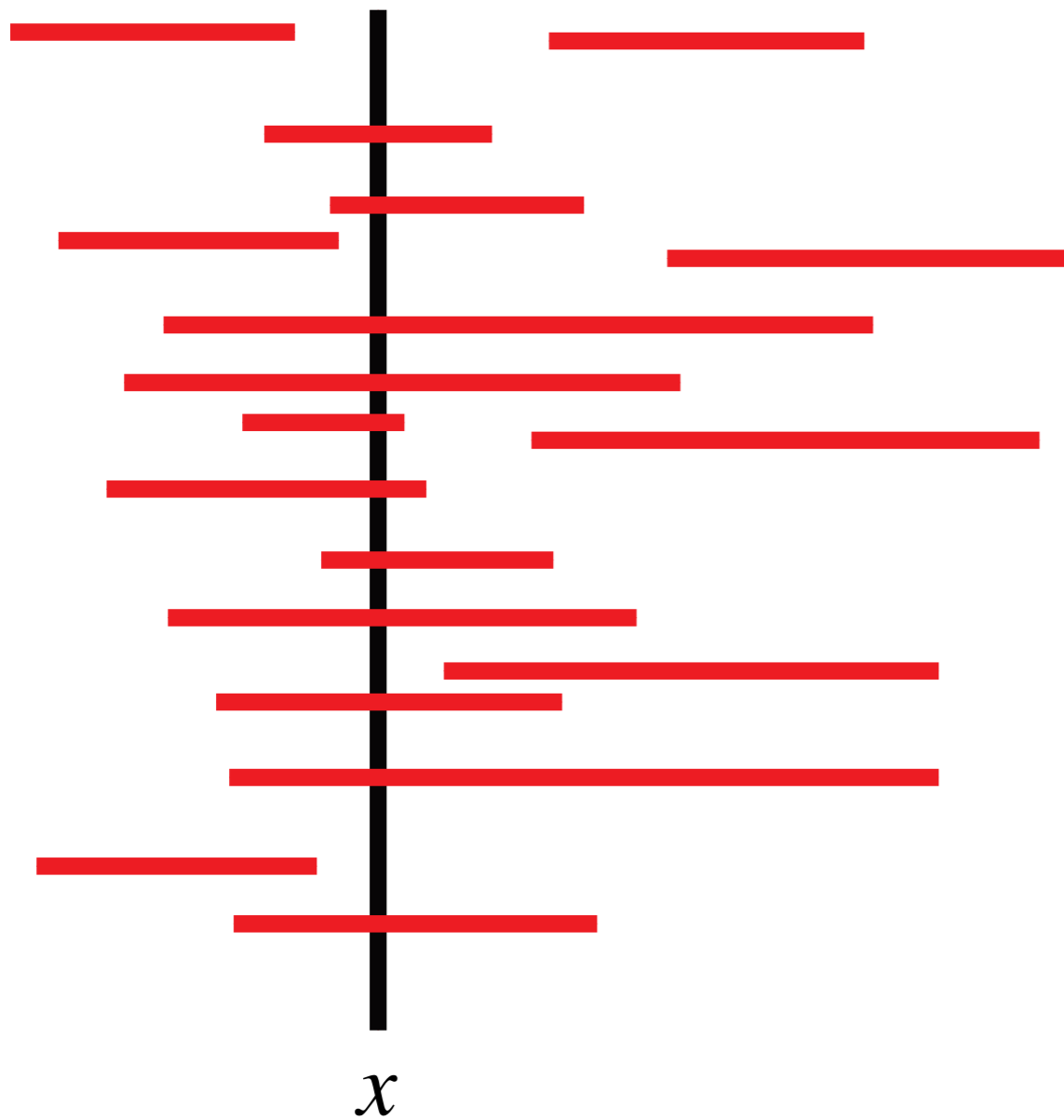
مدل سازی داده مبتنی بر نگرش
Frequentist

مدل سازی داده مبتنی بر نگرش
Bayesiansim

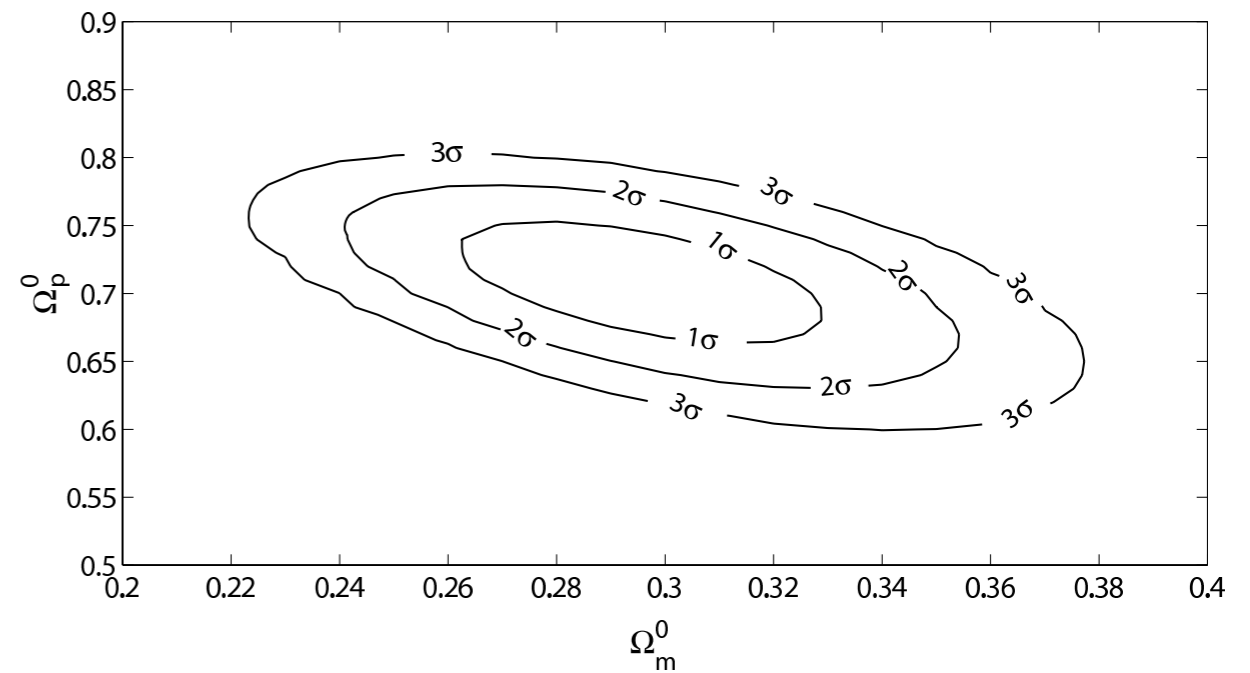
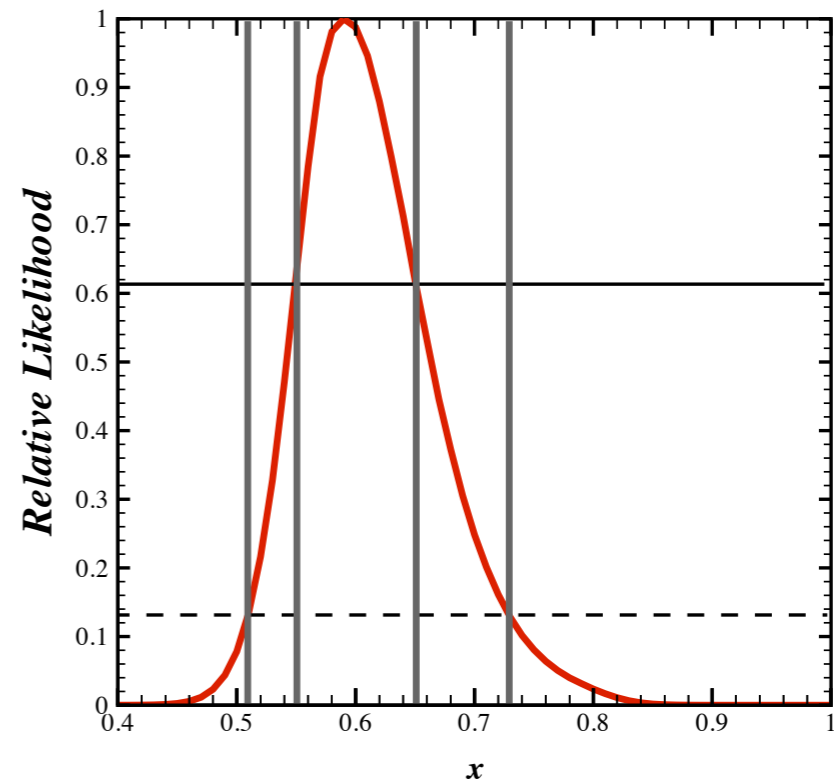
نگرش سنتی: نظریه محور

نگرش مدرن: داده محور

نقش داده ها در شناخت علمی

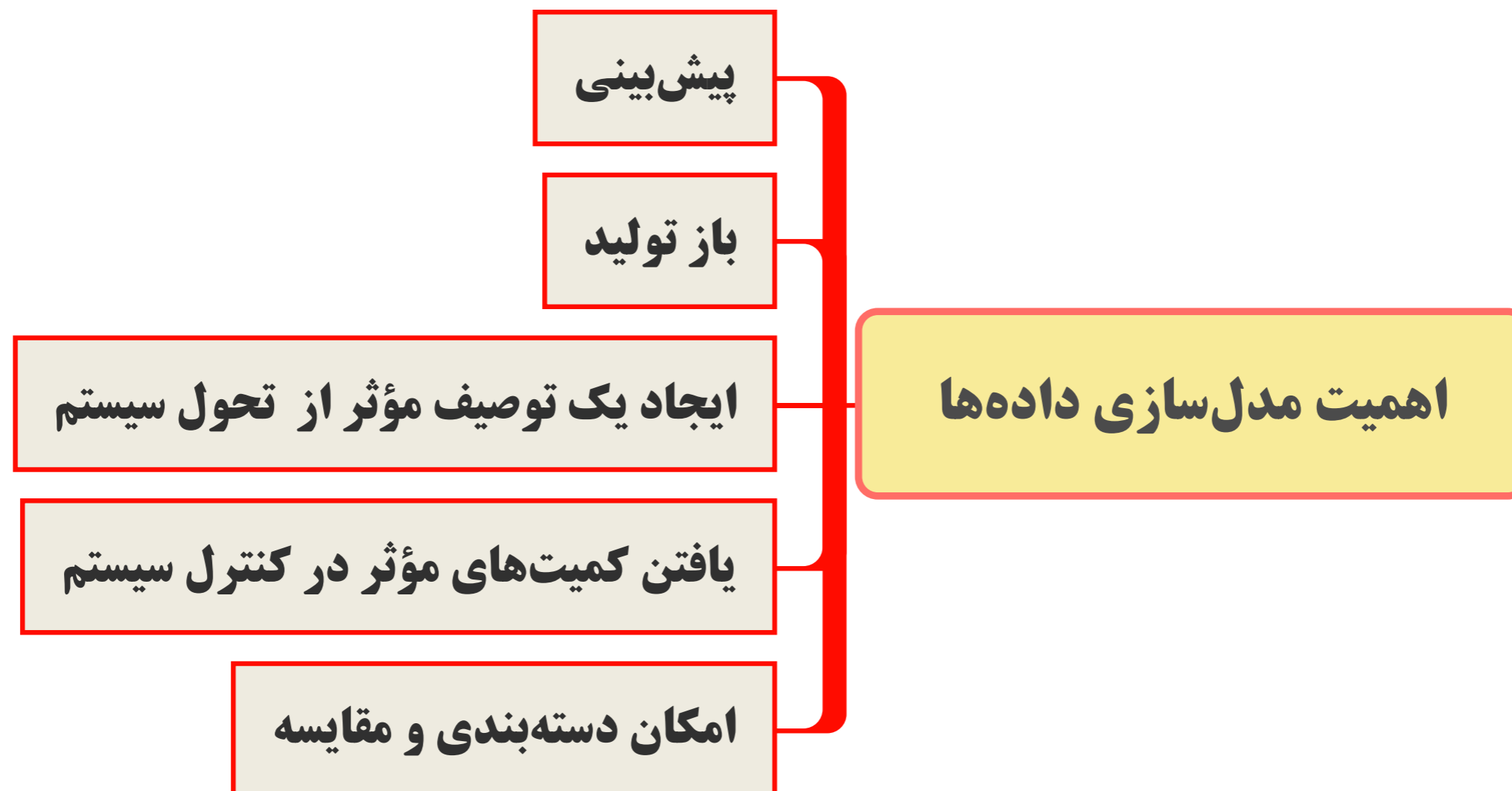


بر اساس نگرش frequentist
 برای مثال ۹۰ درصد
 مشاهدات به مقدار ثابت x
 منجر شده است

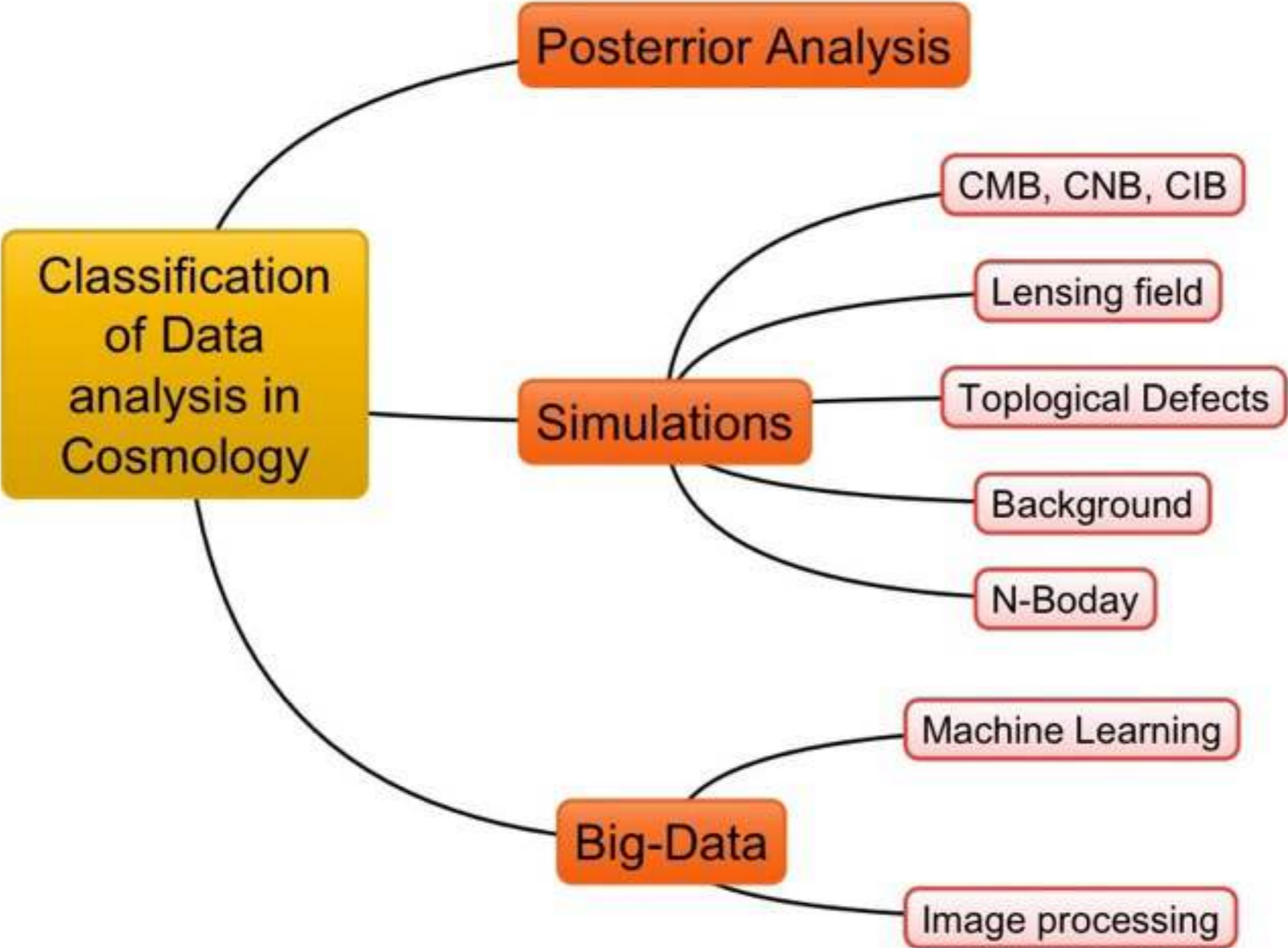


بر اساس نگرش Bayesian با
 احتمال ۹۰ درصد مقدار دقیق
 کمیت x در این بازه قرار می گیرد

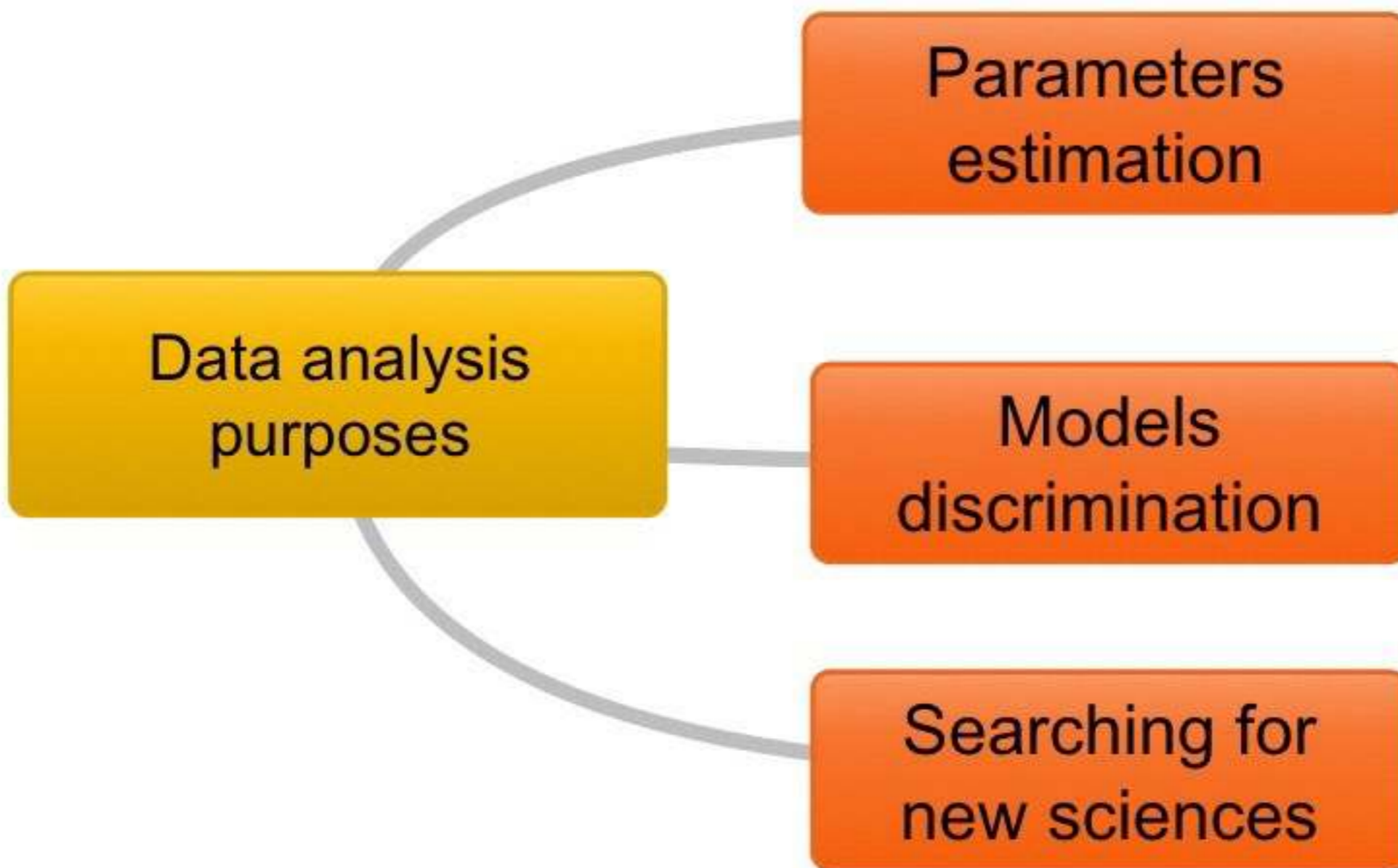
مدلسازی داده ها: دیدگاه مرسوم



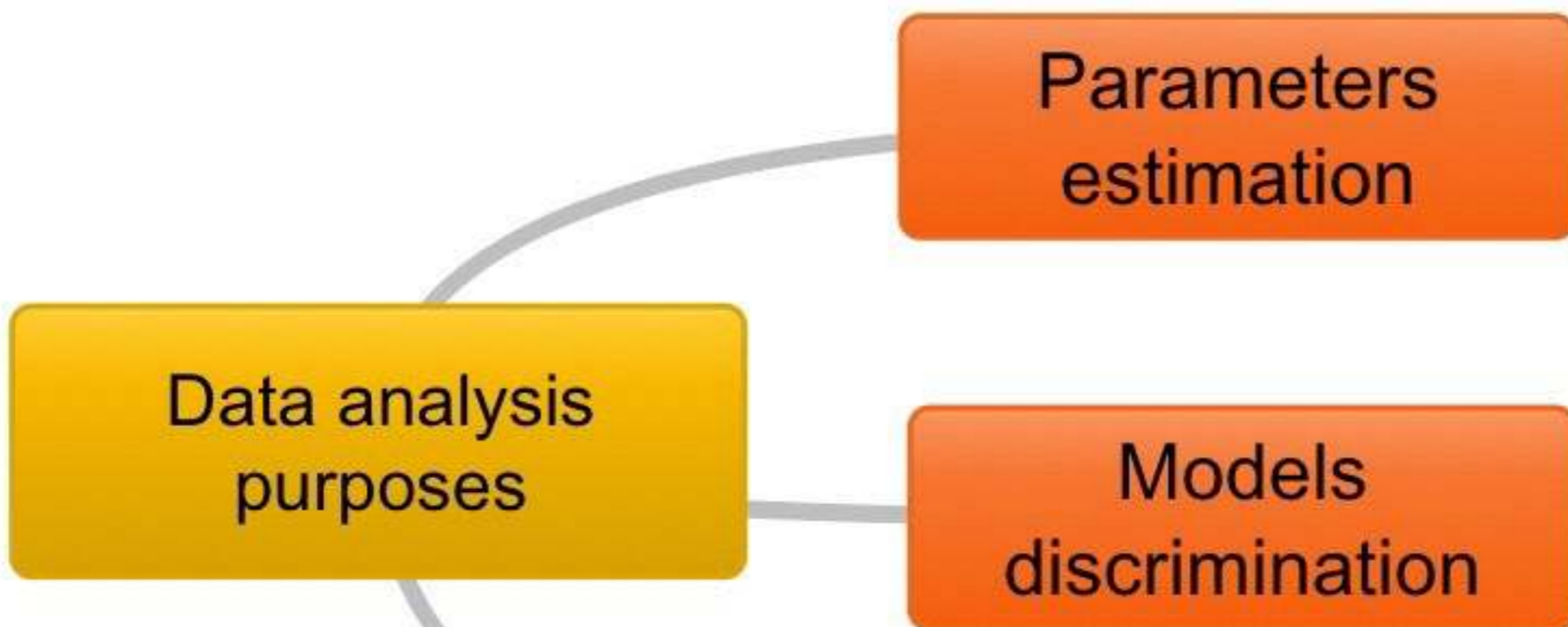
دسته بندی تحلیل داده ها



اهداف تحلیل داده ها: در نگرش مرسوم

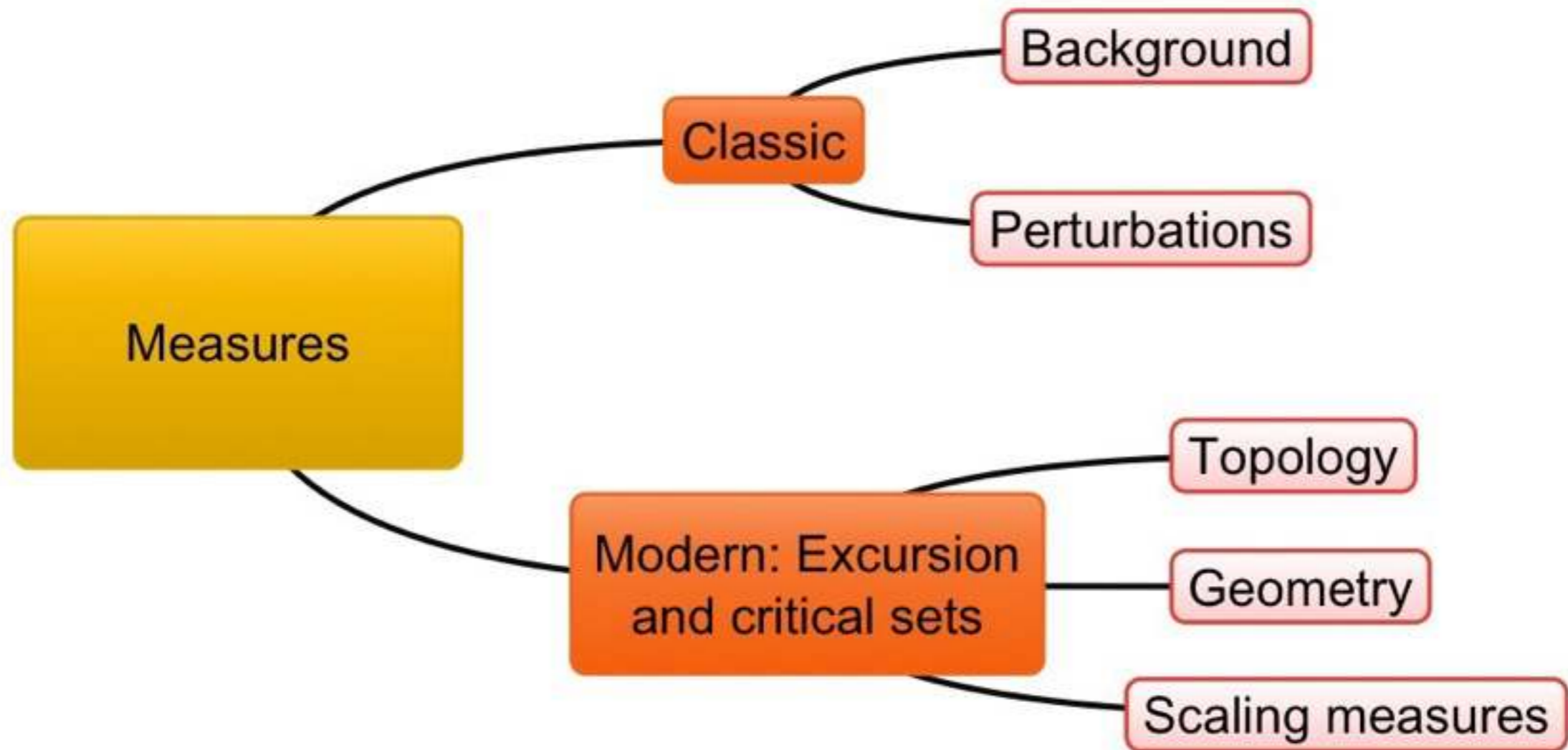


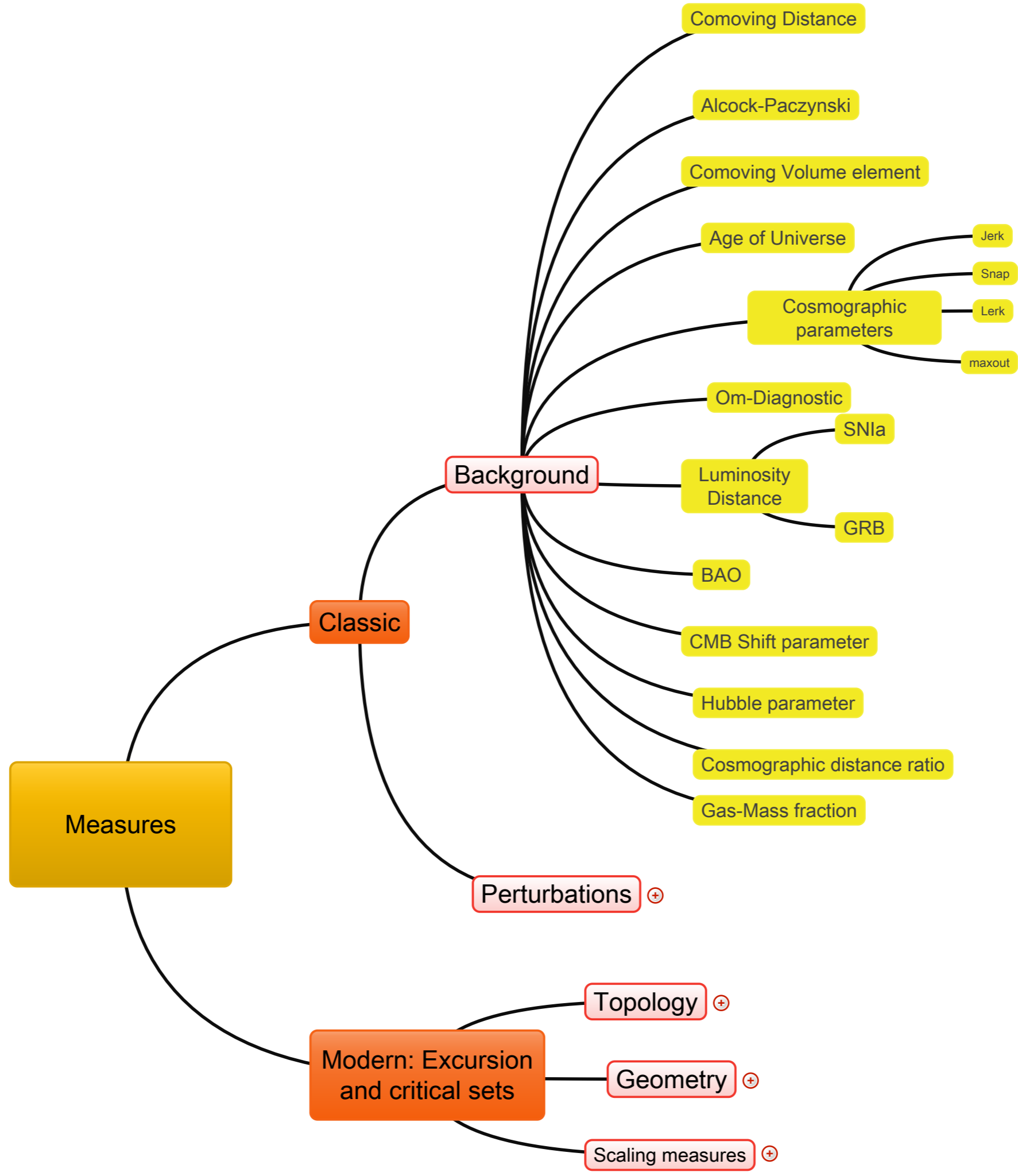
اهداف تحلیل داده ها: در نگرش مرسوم

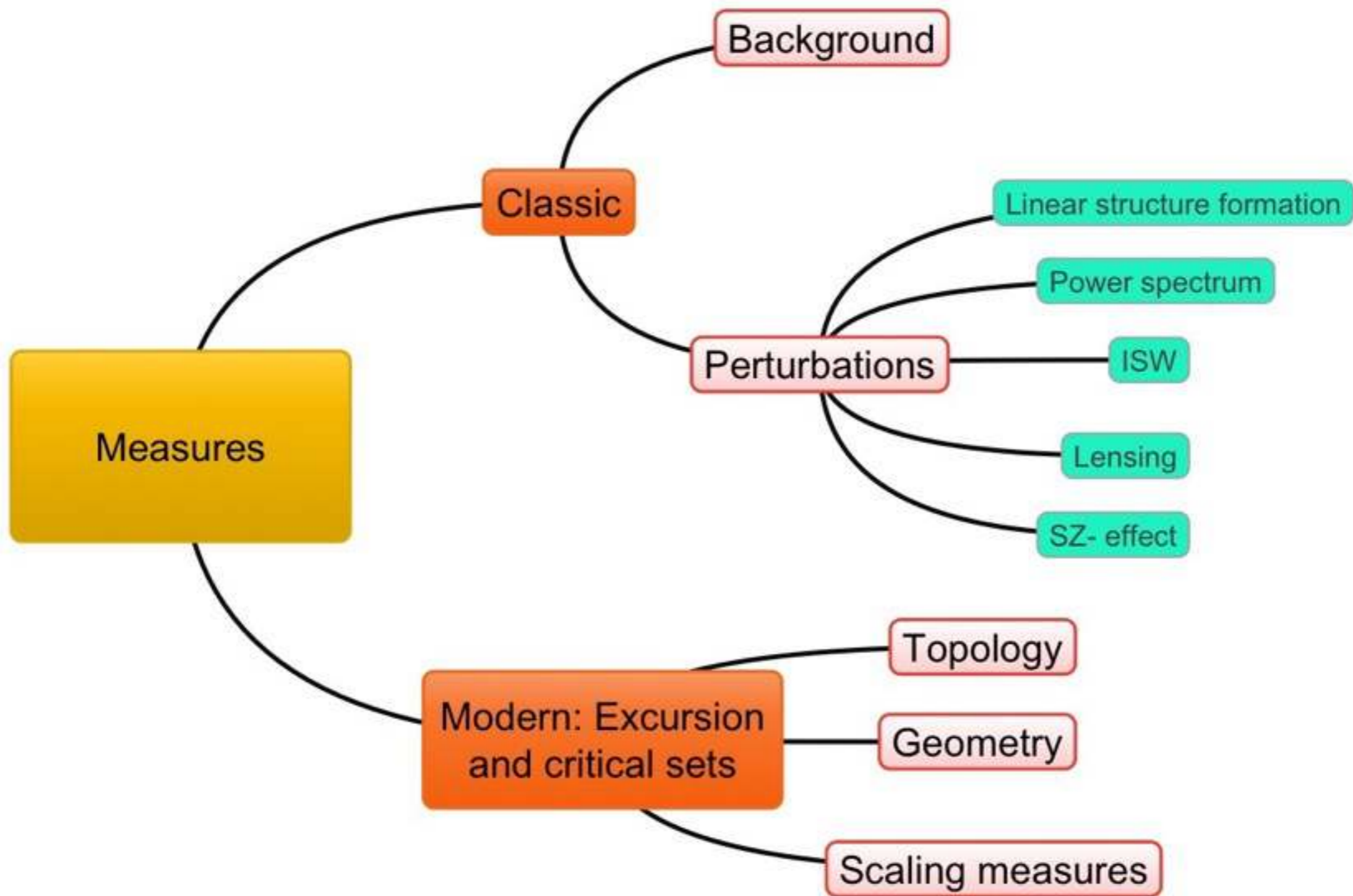


هرچند که قبلا نیز در مشرب فکری وجود داشت اما با الهام از رفتارهای نوپدید و وجود کلان داده ها این بخش قابل دسترس تر شده است

معیارهای مرسوم در تحلیل داده ها







Measures

Classic

Background

Perturbations

Linear structure formation

Power spectrum

ISW

Lensing

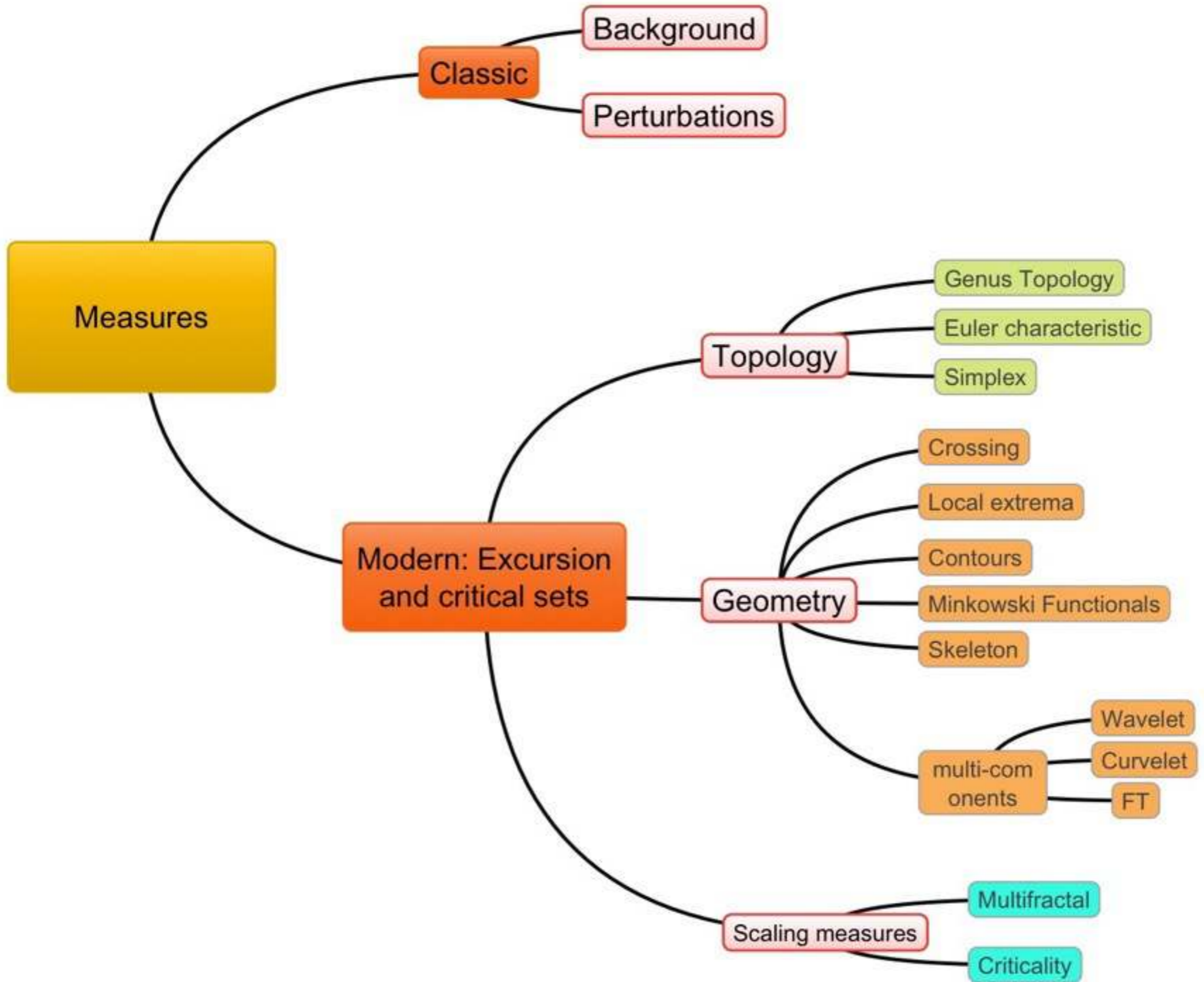
SZ- effect

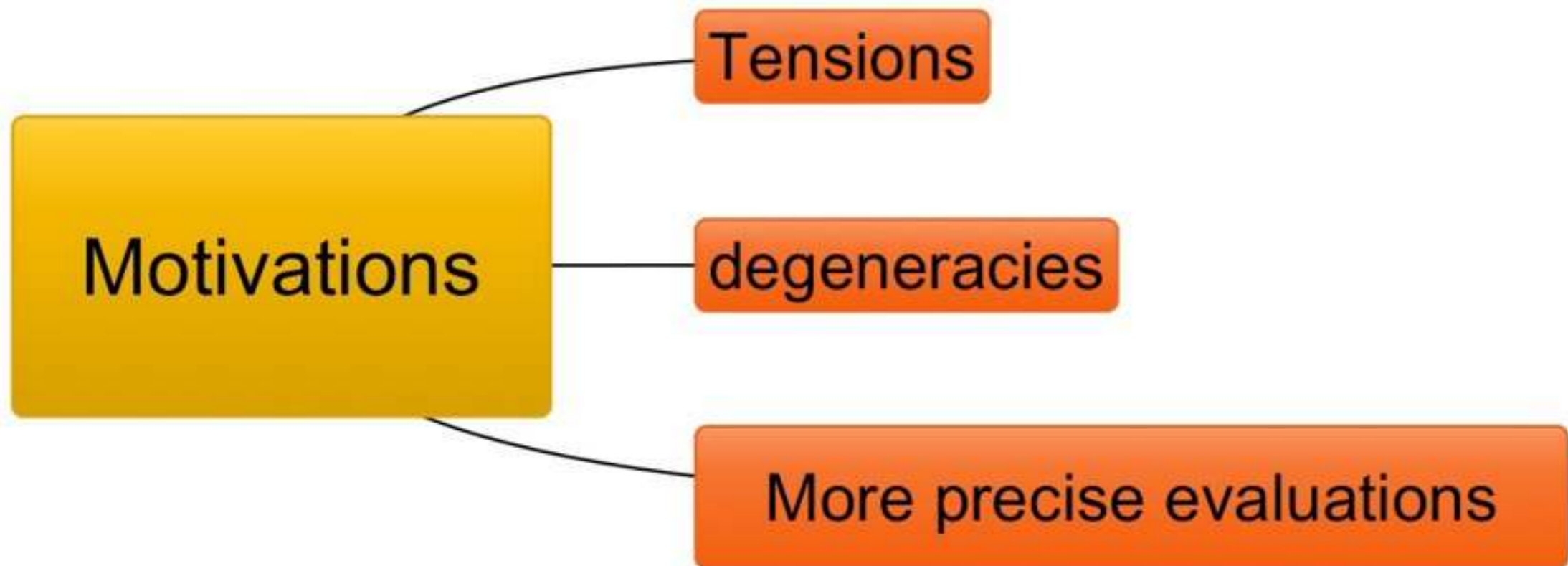
Modern: Excursion and critical sets

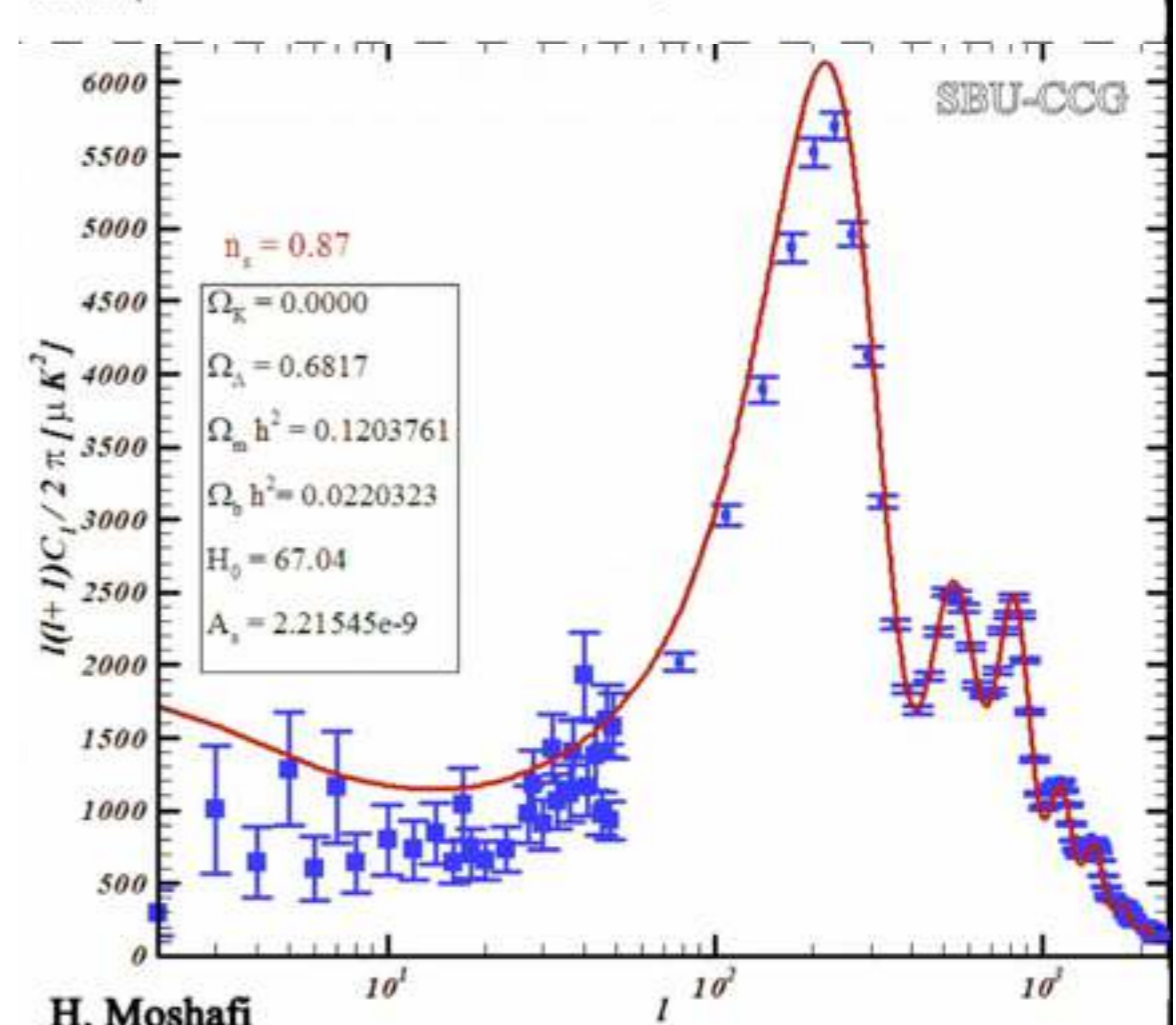
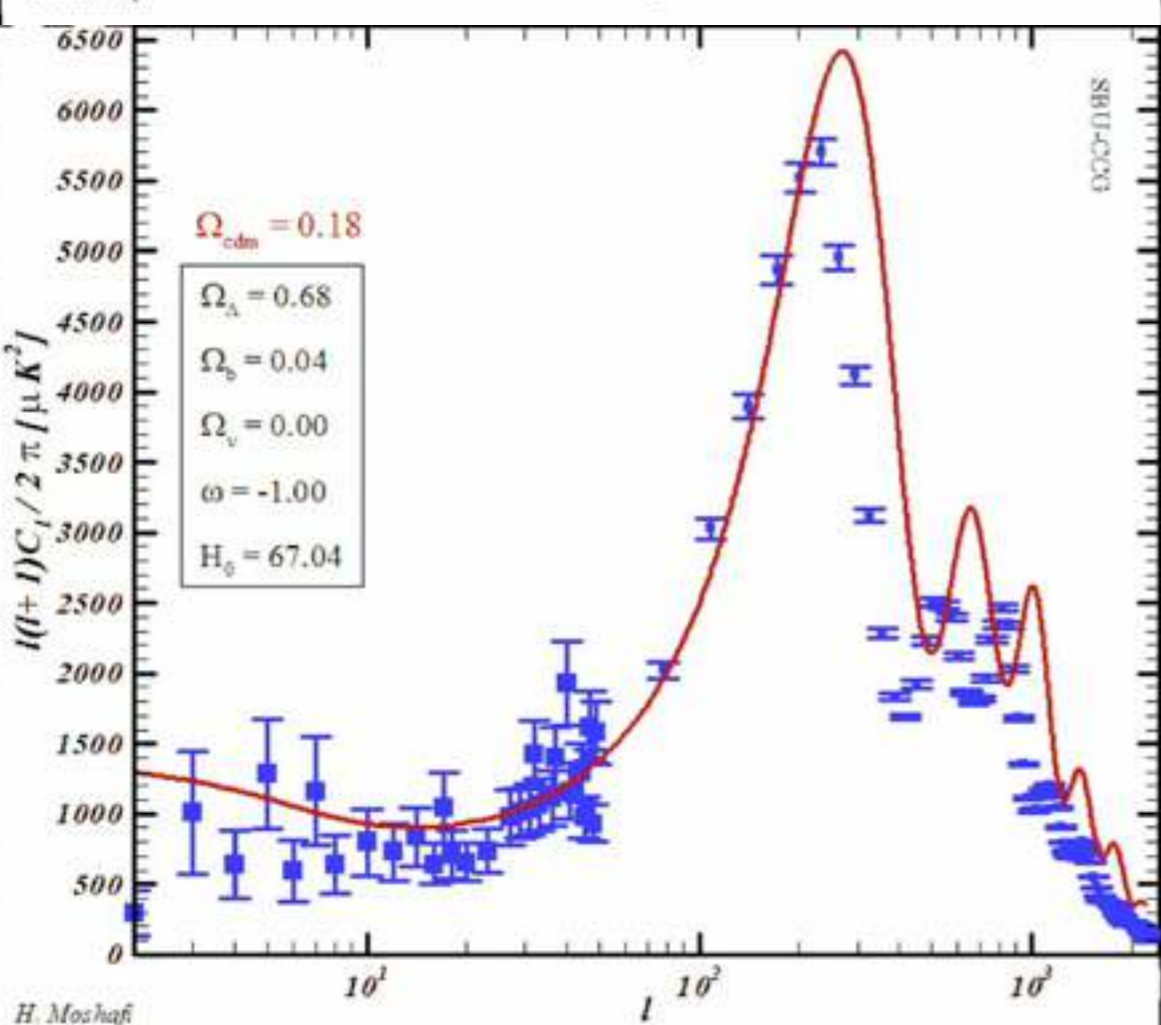
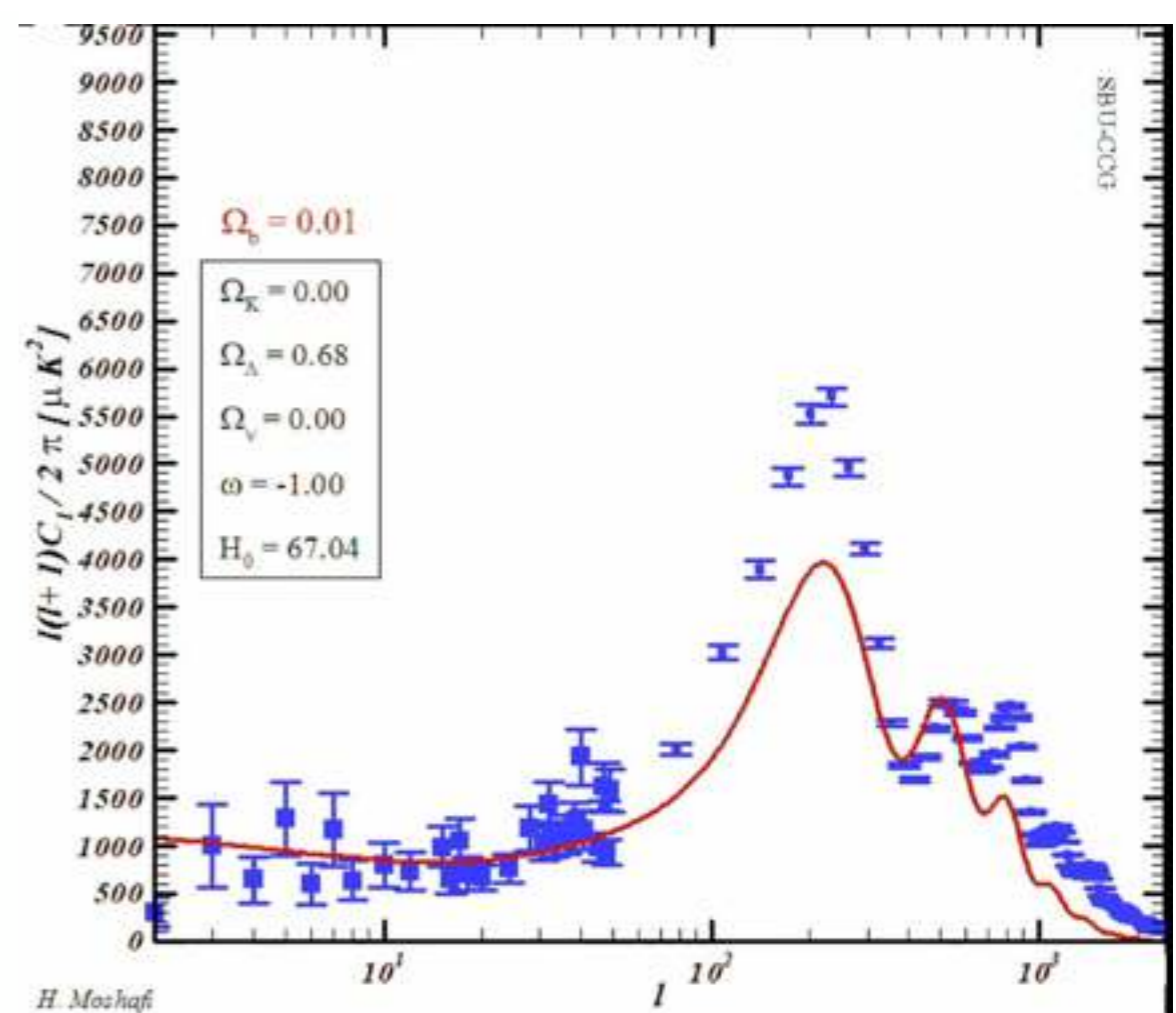
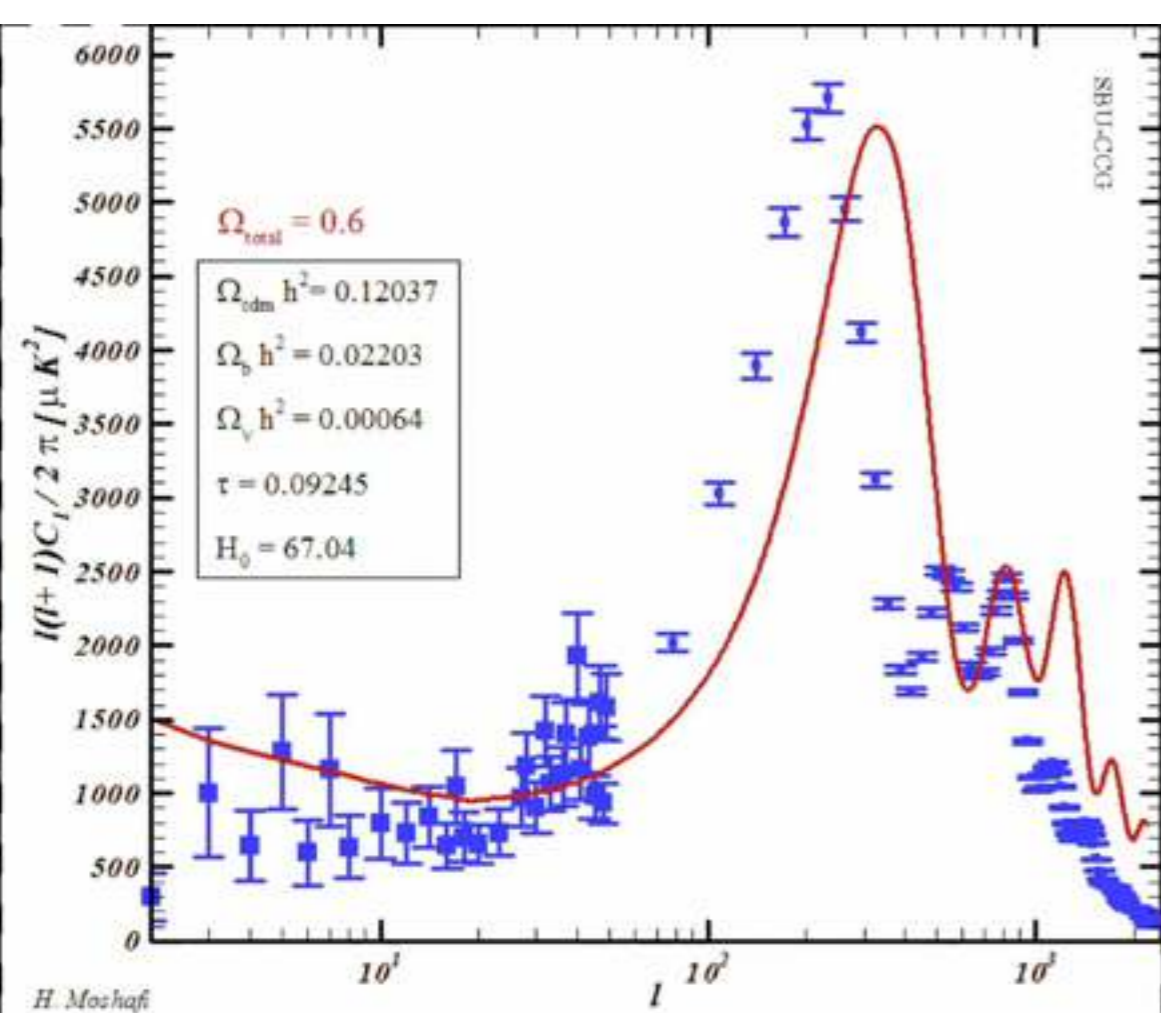
Topology

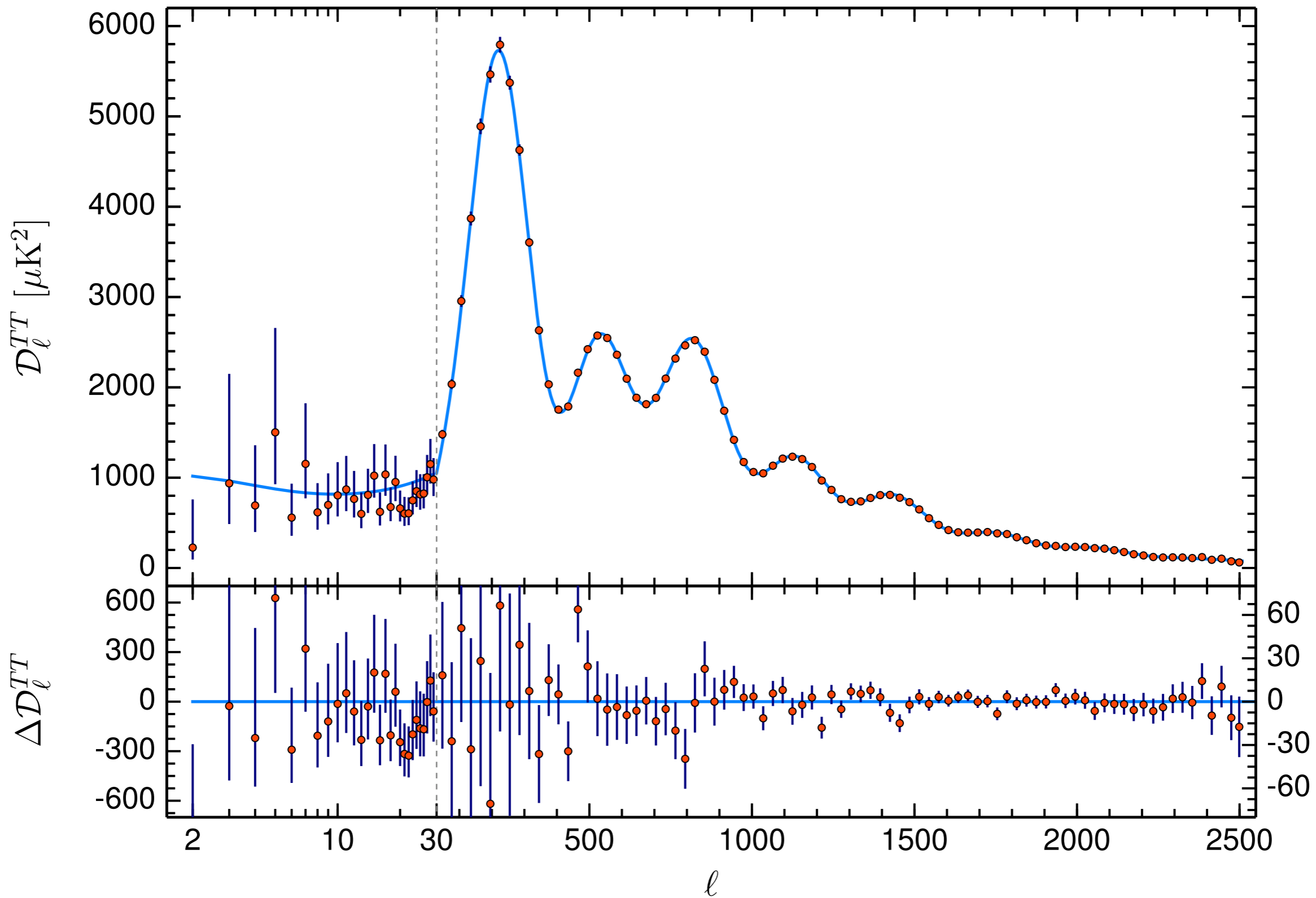
Geometry

Scaling measures









Aghanim, N., et al. "Planck 2018 results.VI. Cosmological parameters." arXiv preprint arXiv:1807.06209 (2018).

Parameter	TT+lowE 68% limits	TE+lowE 68% limits	EE+lowE 68% limits	TT,TE,EE+lowE 68% limits	TT,TE,EE+lowE+lensing 68% limits	TT,TE,EE+lowE+lensing+BAO 68% limits
$\Omega_b h^2$	0.02212 ± 0.00022	0.02249 ± 0.00025	0.0240 ± 0.0012	0.02236 ± 0.00015	0.02237 ± 0.00015	0.02242 ± 0.00014
$\Omega_c h^2$	0.1206 ± 0.0021	0.1177 ± 0.0020	0.1158 ± 0.0046	0.1202 ± 0.0014	0.1200 ± 0.0012	0.11933 ± 0.00091
$100\theta_{MC}$	1.04077 ± 0.00047	1.04139 ± 0.00049	1.03999 ± 0.00089	1.04090 ± 0.00031	1.04092 ± 0.00031	1.04101 ± 0.00029
τ	0.0522 ± 0.0080	0.0496 ± 0.0085	0.0527 ± 0.0090	$0.0544^{+0.0070}_{-0.0081}$	0.0544 ± 0.0073	0.0561 ± 0.0071
$\ln(10^{10} A_s)$	3.040 ± 0.016	$3.018^{+0.020}_{-0.018}$	3.052 ± 0.022	3.045 ± 0.016	3.044 ± 0.014	3.047 ± 0.014
n_s	0.9626 ± 0.0057	0.967 ± 0.011	0.980 ± 0.015	0.9649 ± 0.0044	0.9649 ± 0.0042	0.9665 ± 0.0038
H_0 [km s ⁻¹ Mpc ⁻¹]	66.88 ± 0.92	68.44 ± 0.91	69.9 ± 2.7	67.27 ± 0.60	67.36 ± 0.54	67.66 ± 0.42
Ω_Λ	0.679 ± 0.013	0.699 ± 0.012	$0.711^{+0.033}_{-0.026}$	0.6834 ± 0.0084	0.6847 ± 0.0073	0.6889 ± 0.0056
Ω_m	0.321 ± 0.013	0.301 ± 0.012	$0.289^{+0.026}_{-0.033}$	0.3166 ± 0.0084	0.3153 ± 0.0073	0.3111 ± 0.0056
$\Omega_m h^2$	0.1434 ± 0.0020	0.1408 ± 0.0019	$0.1404^{+0.0034}_{-0.0039}$	0.1432 ± 0.0013	0.1430 ± 0.0011	0.14240 ± 0.00087
$\Omega_m h^3$	0.09589 ± 0.00046	0.09635 ± 0.00051	$0.0981^{+0.0016}_{-0.0018}$	0.09633 ± 0.00029	0.09633 ± 0.00030	0.09635 ± 0.00030
σ_8	0.8118 ± 0.0089	0.793 ± 0.011	0.796 ± 0.018	0.8120 ± 0.0073	0.8111 ± 0.0060	0.8102 ± 0.0060
$S_8 \equiv \sigma_8(\Omega_m/0.3)^{0.5}$	0.840 ± 0.024	0.794 ± 0.024	$0.781^{+0.052}_{-0.060}$	0.834 ± 0.016	0.832 ± 0.013	0.825 ± 0.011
$\sigma_8 \Omega_m^{0.25}$	0.611 ± 0.012	0.587 ± 0.012	0.583 ± 0.027	0.6090 ± 0.0081	0.6078 ± 0.0064	0.6051 ± 0.0058
z_{re}	7.50 ± 0.82	$7.11^{+0.91}_{-0.75}$	$7.10^{+0.87}_{-0.73}$	7.68 ± 0.79	7.67 ± 0.73	7.82 ± 0.71
$10^9 A_s$	2.092 ± 0.034	2.045 ± 0.041	2.116 ± 0.047	$2.101^{+0.031}_{-0.034}$	2.100 ± 0.030	2.105 ± 0.030
$10^9 A_s e^{-2\tau}$	1.884 ± 0.014	1.851 ± 0.018	1.904 ± 0.024	1.884 ± 0.012	1.883 ± 0.011	1.881 ± 0.010
Age [Gyr]	13.830 ± 0.037	13.761 ± 0.038	$13.64^{+0.16}_{-0.14}$	13.800 ± 0.024	13.797 ± 0.023	13.787 ± 0.020
z_*	1090.30 ± 0.41	1089.57 ± 0.42	$1087.8^{+1.6}_{-1.7}$	1089.95 ± 0.27	1089.92 ± 0.25	1089.80 ± 0.21
r_* [Mpc]	144.46 ± 0.48	144.95 ± 0.48	144.29 ± 0.64	144.39 ± 0.30	144.43 ± 0.26	144.57 ± 0.22
$100\theta_*$	1.04097 ± 0.00046	1.04156 ± 0.00049	1.04001 ± 0.00086	1.04109 ± 0.00030	1.04110 ± 0.00031	1.04119 ± 0.00029
z_{drag}	1059.39 ± 0.46	1060.03 ± 0.54	1063.2 ± 2.4	1059.93 ± 0.30	1059.94 ± 0.30	1060.01 ± 0.29
r_{drag} [Mpc]	147.21 ± 0.48	147.59 ± 0.49	146.46 ± 0.70	147.05 ± 0.30	147.09 ± 0.26	147.21 ± 0.23
k_D [Mpc ⁻¹]	0.14054 ± 0.00052	0.14043 ± 0.00057	0.1426 ± 0.0012	0.14090 ± 0.00032	0.14087 ± 0.00030	0.14078 ± 0.00028
z_{eq}	3411 ± 48	3349 ± 46	3340^{+81}_{-92}	3407 ± 31	3402 ± 26	3387 ± 21
k_{eq} [Mpc ⁻¹]	0.01041 ± 0.00014	0.01022 ± 0.00014	$0.01019^{+0.00025}_{-0.00028}$	0.010398 ± 0.000094	0.010384 ± 0.000081	0.010339 ± 0.000063
$100\theta_{s,eq}$	0.4483 ± 0.0046	0.4547 ± 0.0045	0.4562 ± 0.0092	0.4490 ± 0.0030	0.4494 ± 0.0026	0.4509 ± 0.0020
f_{2000}^{143}	31.2 ± 3.0			29.5 ± 2.7	29.6 ± 2.8	29.4 ± 2.7
$f_{2000}^{143 \times 217}$	33.6 ± 2.0			32.2 ± 1.9	32.3 ± 1.9	32.1 ± 1.9
f_{2000}^{217}	108.2 ± 1.9			107.0 ± 1.8	107.1 ± 1.8	106.9 ± 1.8

Parameter	TT+lowE 68% limits	TE+lowE 68% limits	EE+lowE 68% limits	TT,TE,EE+lowE 68% limits	TT,TE,EE+lowE+lensing 68% limits	TT,TE,EE+lowE+lensing+BAO 68% limits
$\Omega_b h^2$	0.02212 ± 0.00022	0.02249 ± 0.00025	0.0240 ± 0.0012	0.02236 ± 0.00015	0.02237 ± 0.00015	0.02242 ± 0.00014
$\Omega_c h^2$	0.1206 ± 0.0021	0.1177 ± 0.0020	0.1158 ± 0.0046	0.1202 ± 0.0014	0.1200 ± 0.0012	0.11933 ± 0.00091
$100\theta_{MC}$	1.04077 ± 0.00047	1.04139 ± 0.00049	1.03999 ± 0.00089	1.04090 ± 0.00031	1.04092 ± 0.00031	1.04101 ± 0.00029
τ	0.0522 ± 0.0080	0.0496 ± 0.0085	0.0527 ± 0.0090	$0.0544^{+0.0070}_{-0.0081}$	0.0544 ± 0.0073	0.0561 ± 0.0071

$\Omega_b h^2$	0.022383	0.02237 ± 0.00015
$\Omega_c h^2$	0.12011	0.1200 ± 0.0012
$100\theta_{MC}$	1.040909	1.04092 ± 0.00031
τ	0.0543	0.0544 ± 0.0073
$\ln(10^{10} A_s)$	3.0448	3.044 ± 0.014
n_s	0.96605	0.9649 ± 0.0042

z_*	1090.30 ± 0.41	1089.57 ± 0.42	$1087.8^{+1.6}_{-1.7}$	1089.95 ± 0.27	1089.92 ± 0.25	1089.80 ± 0.21
r_* [Mpc]	144.46 ± 0.48	144.95 ± 0.48	144.29 ± 0.64	144.39 ± 0.30	144.43 ± 0.26	144.57 ± 0.22
$100\theta_*$	1.04097 ± 0.00046	1.04156 ± 0.00049	1.04001 ± 0.00086	1.04109 ± 0.00030	1.04110 ± 0.00031	1.04119 ± 0.00029
z_{drag}	1059.39 ± 0.46	1060.03 ± 0.54	1063.2 ± 2.4	1059.93 ± 0.30	1059.94 ± 0.30	1060.01 ± 0.29
r_{drag} [Mpc]	147.21 ± 0.48	147.59 ± 0.49	146.46 ± 0.70	147.05 ± 0.30	147.09 ± 0.26	147.21 ± 0.23
k_D [Mpc ⁻¹]	0.14054 ± 0.00052	0.14043 ± 0.00057	0.1426 ± 0.0012	0.14090 ± 0.00032	0.14087 ± 0.00030	0.14078 ± 0.00028
z_{eq}	3411 ± 48	3349 ± 46	3340^{+81}_{-92}	3407 ± 31	3402 ± 26	3387 ± 21
k_{eq} [Mpc ⁻¹]	0.01041 ± 0.00014	0.01022 ± 0.00014	$0.01019^{+0.00025}_{-0.00028}$	0.010398 ± 0.000094	0.010384 ± 0.000081	0.010339 ± 0.000063
$100\theta_{s,eq}$	0.4483 ± 0.0046	0.4547 ± 0.0045	0.4562 ± 0.0092	0.4490 ± 0.0030	0.4494 ± 0.0026	0.4509 ± 0.0020
f_{2000}^{143}	31.2 ± 3.0			29.5 ± 2.7	29.6 ± 2.8	29.4 ± 2.7
$f_{2000}^{143 \times 217}$	33.6 ± 2.0			32.2 ± 1.9	32.3 ± 1.9	32.1 ± 1.9
f_{2000}^{217}	108.2 ± 1.9			107.0 ± 1.8	107.1 ± 1.8	106.9 ± 1.8

New Probe of Departures from General Relativity Using Minkowski Functionals

Wenjuan Fang,^{1,2,*} Baojiu Li,^{3,†} and Gong-Bo Zhao^{4,5,‡}

¹Department of Astronomy, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui 230026, People's Republic of China

²Key Laboratory for Research in Galaxies and Cosmology, Chinese Academy of Sciences, Hefei, Anhui 230026, People's Republic of China

³Institute for Computational Cosmology, Department of Physics, Durham University, Durham DH1 3LE, United Kingdom

⁴National Astronomy Observatories, Chinese Academy of Science, Beijing 100012, People's Republic of China

⁵Institute of Cosmology and Gravitation, University of Portsmouth, Portsmouth PO1 3FX, United Kingdom

(Received 26 January 2017; published 2 May 2017)

PRL 118, 181301 (2017)

PHYSICAL REVIEW LETTERS

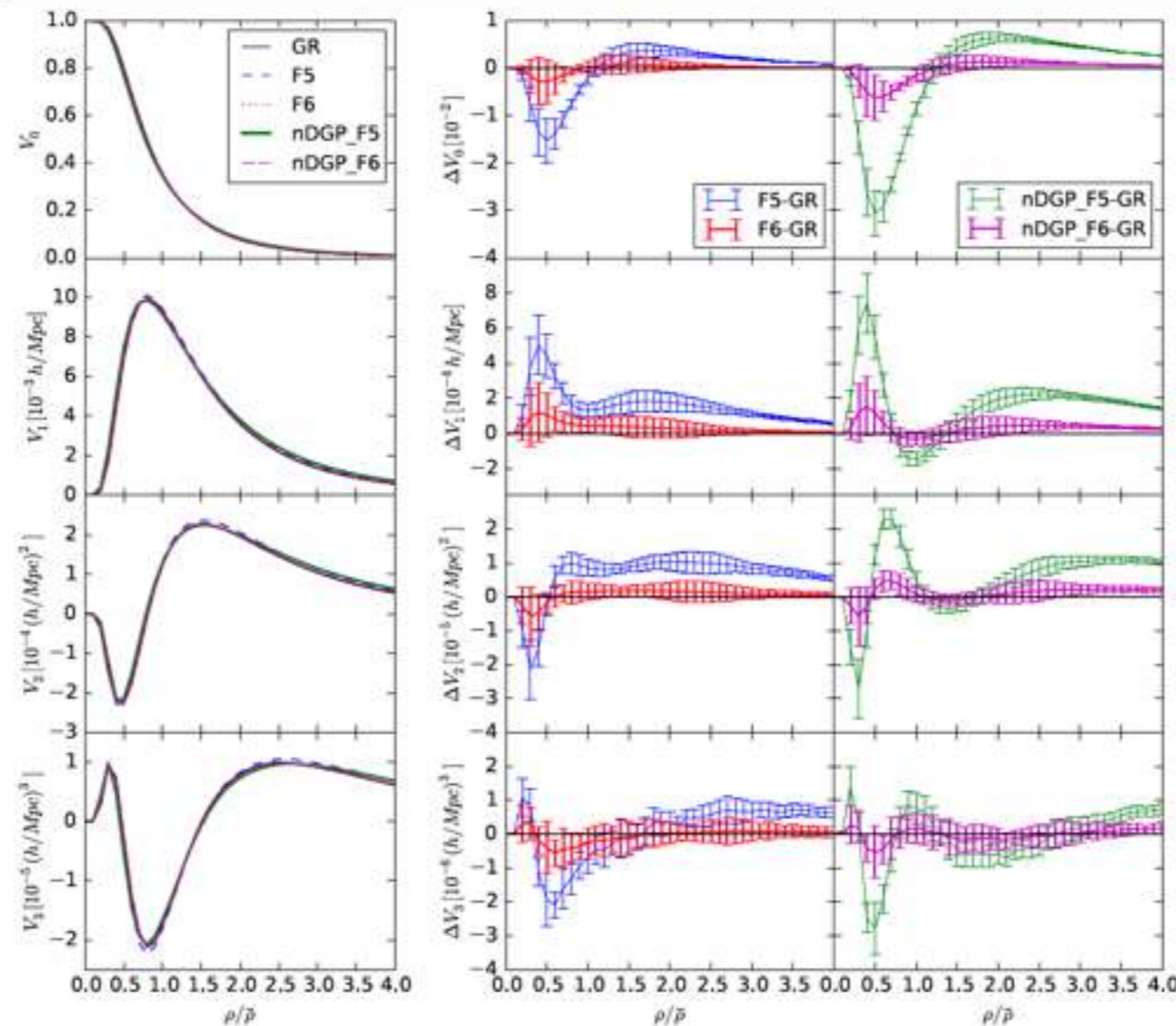
week ending
5 MAY 2017

FIG. 1. Left panel: The MFs of the LSS computed from N -body simulations for different models of gravity at $z=0$ and with $R_G = 5h^{-1}$ Mpc. The two $f(R)$ models (F5, F6) and two NDGP models (NDGP_F5, NDGP_F6) have the same background expansion as the GR case, i.e., the Λ CDM model, see text for more details. Right panel: The differences in the MFs between modified gravity models and GR, first column for $f(R)$, and second column for nDGP. $\rho/\bar{\rho}$ is the density threshold used for the MF calculations in ratio of the mean density.

علم داده (علم داده محور) Data science (Data-driven science)

جستجو در داده‌ها به منظور اکتشاف و ارزیابی مدل‌هایی برای
پیش‌بینی

استخراج علم از داده‌ها

تاکید بر استخراج علم در قیاس با کلان بودن داده‌ها

استنباط رفتارهای نوپدید در مقیاس کلان

"علم داده" علم داده محور
Data science
(Data-driven science)

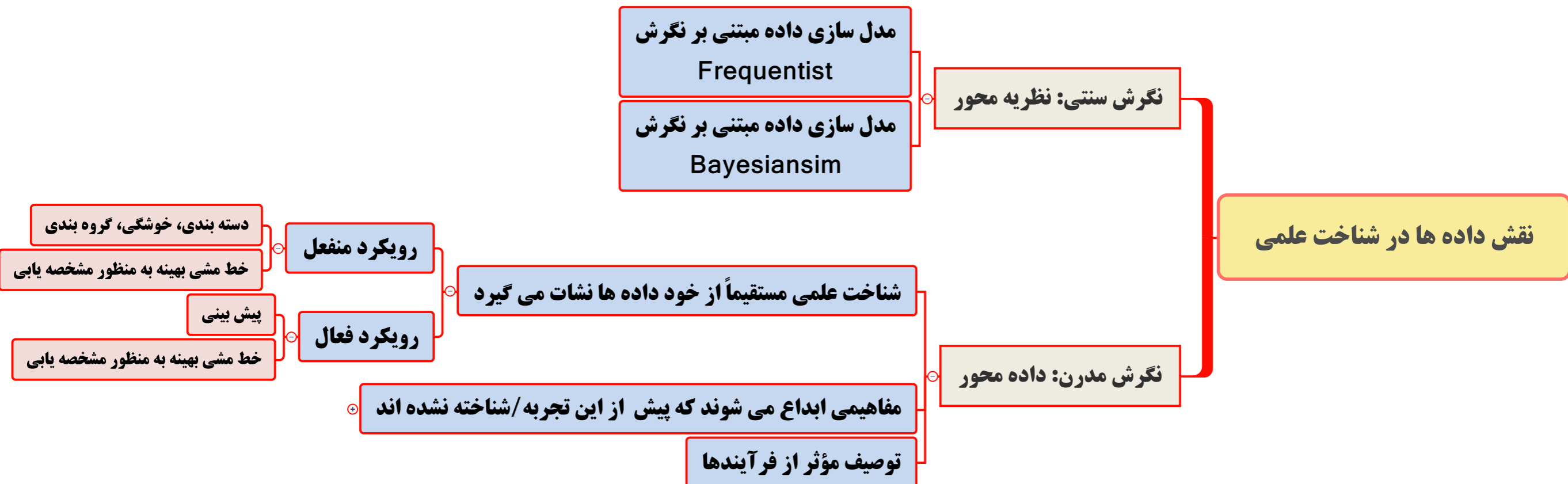
شناخت علمی و جایگاه داده ها



شناخت علمی و جایگاه داده ها



شناخت علمی و جایگاه داده ها



شناخت علمی و جایگاه داده ها



نگرش مدرن: داده محور (۱)
کلان داده و شباهت آن با حد ترمودینامیک

- (۱) حد ترمودینامیک
- (۲) شکست نظریه ارگودیک
- (۳) ظهور رفتارهای جدید
- (۴) گذار فاز

نگرش مدرن: داده محور (۱)
کلان داده و شباهت آن با حد ترمودینامیک

(۱) حد ترمودینامیک

(۲) شکست نظریه ارگودیک

(۳) ظهور رفتارهای جدید

(۴) گذار فاز

$$N \rightarrow \infty$$

$$V \rightarrow \infty$$

نگرش مدرن: داده محور (۱) کلان داده و شباهت آن با حد ترمودینامیک

(۱) حد ترمودینامیک

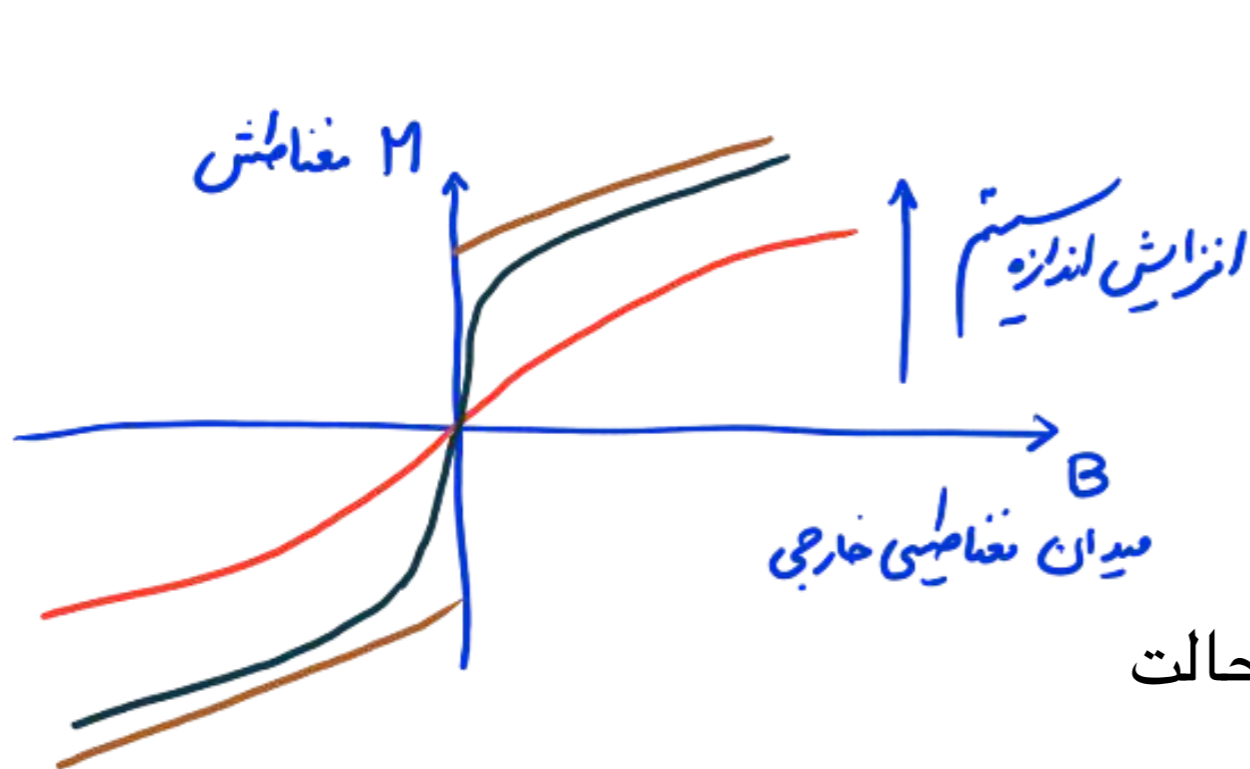
(۲) شکست نظریه ارگودیک

(۳) ظهور رفتارهای جدید

(۴) گذار فاز

$$N \rightarrow \infty$$

$$V \rightarrow \infty$$



$$\langle A \rangle = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t} \int_0^t dt' A\{\eta(t')\}$$

$$\langle A \rangle = \int d\eta P(\eta) A\{\eta\}$$

اهنگ شکل گیری یک حالت

طول عمر یک حالت

$$\mathcal{R} \sim e^{-\beta \Delta F}$$

$$\tau \sim e^{N^{2/3}}$$

شناخت علمی و جایگاه داده ها



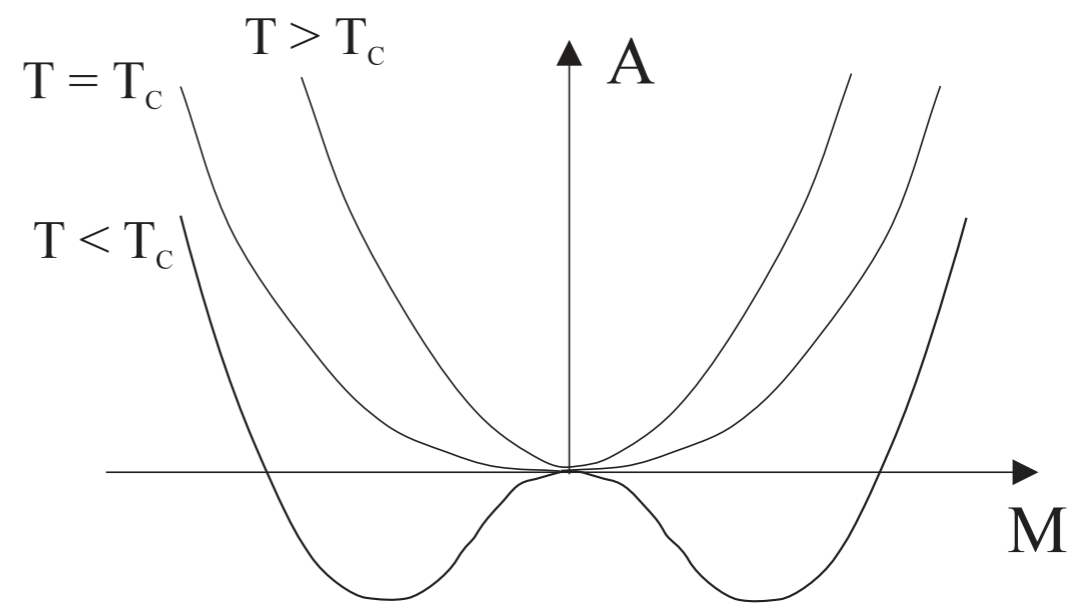
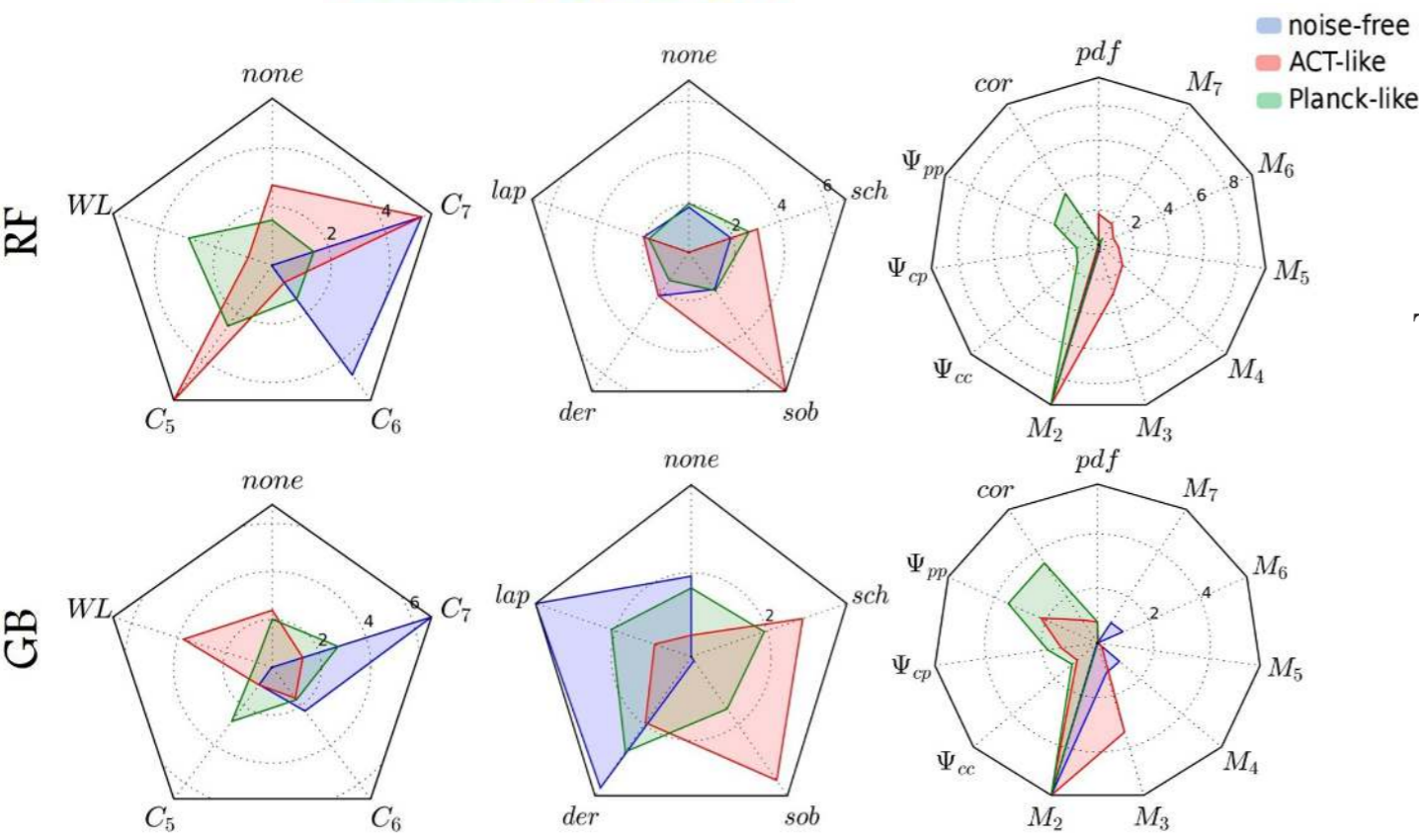
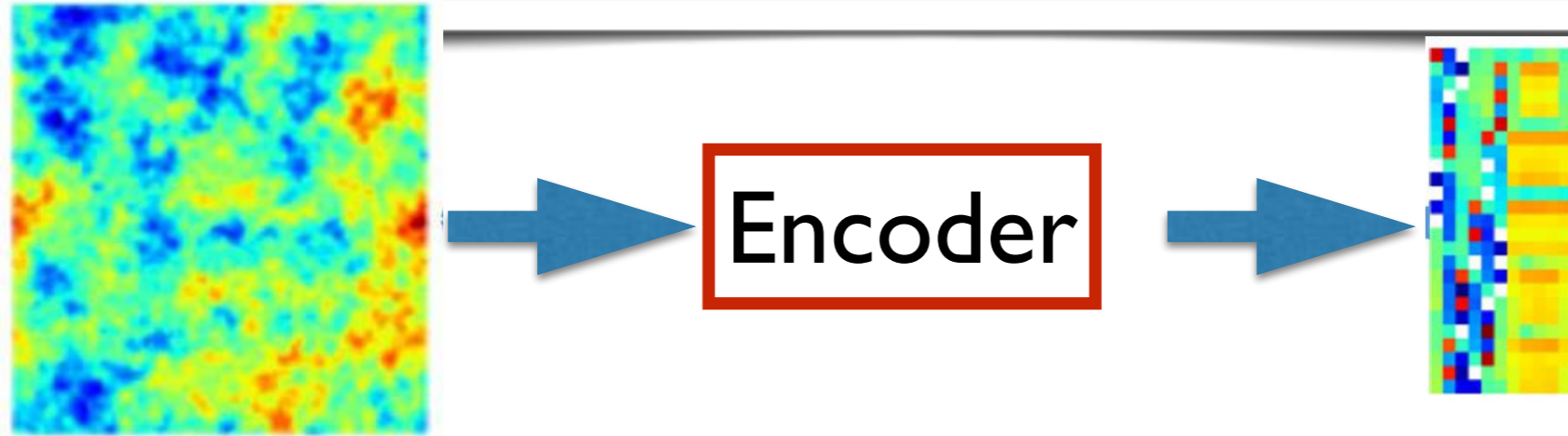
Effective theory

نظریه لاندائو-گینزبورگ

$$Z = \int D\Phi e^{-\mathcal{L}}, \quad \mathcal{L} = \int d^d r L[\Phi]$$

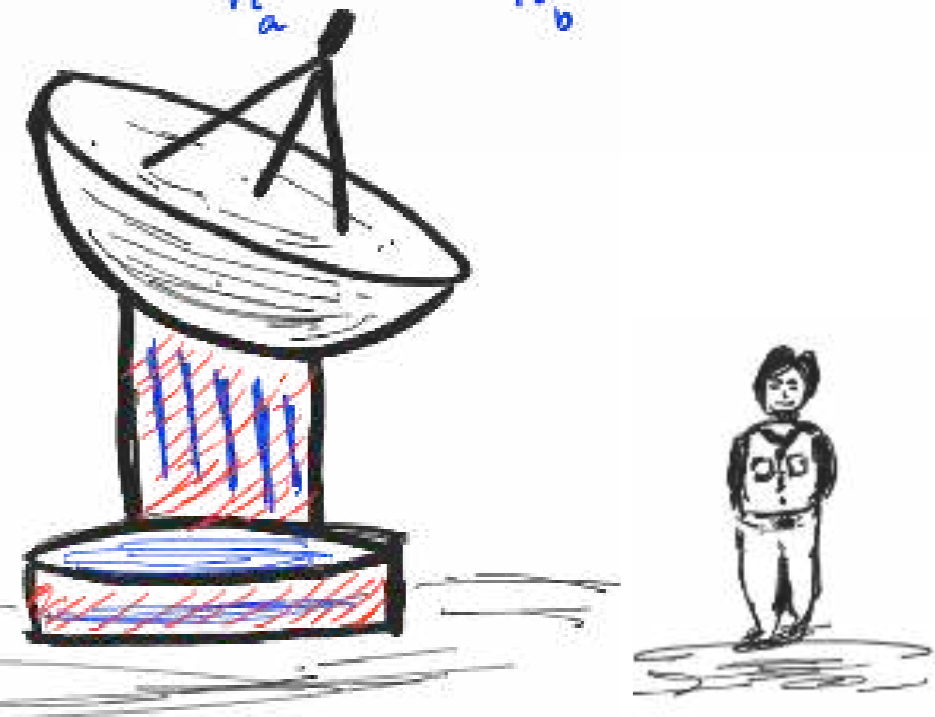
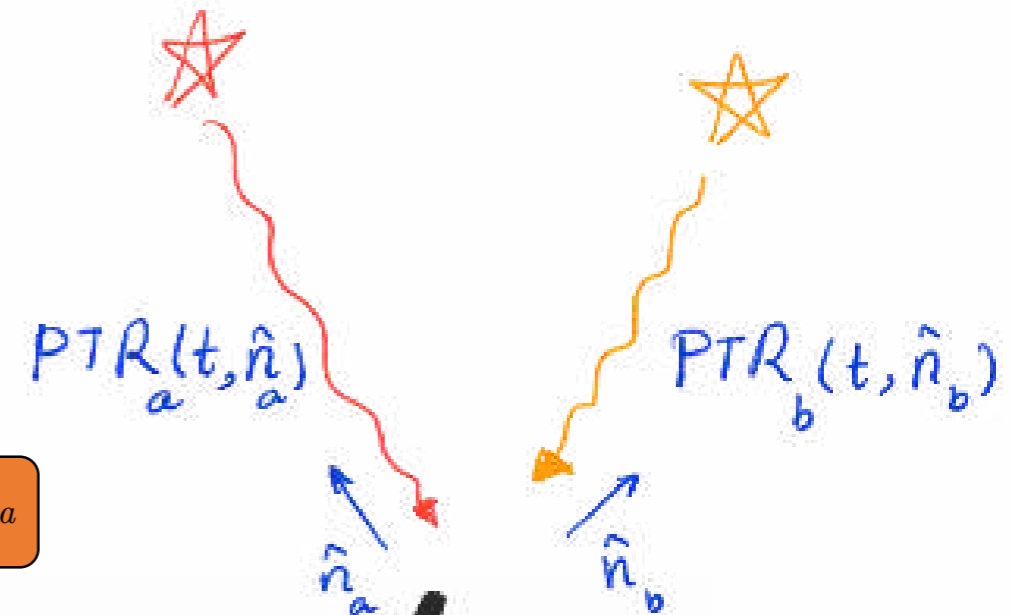
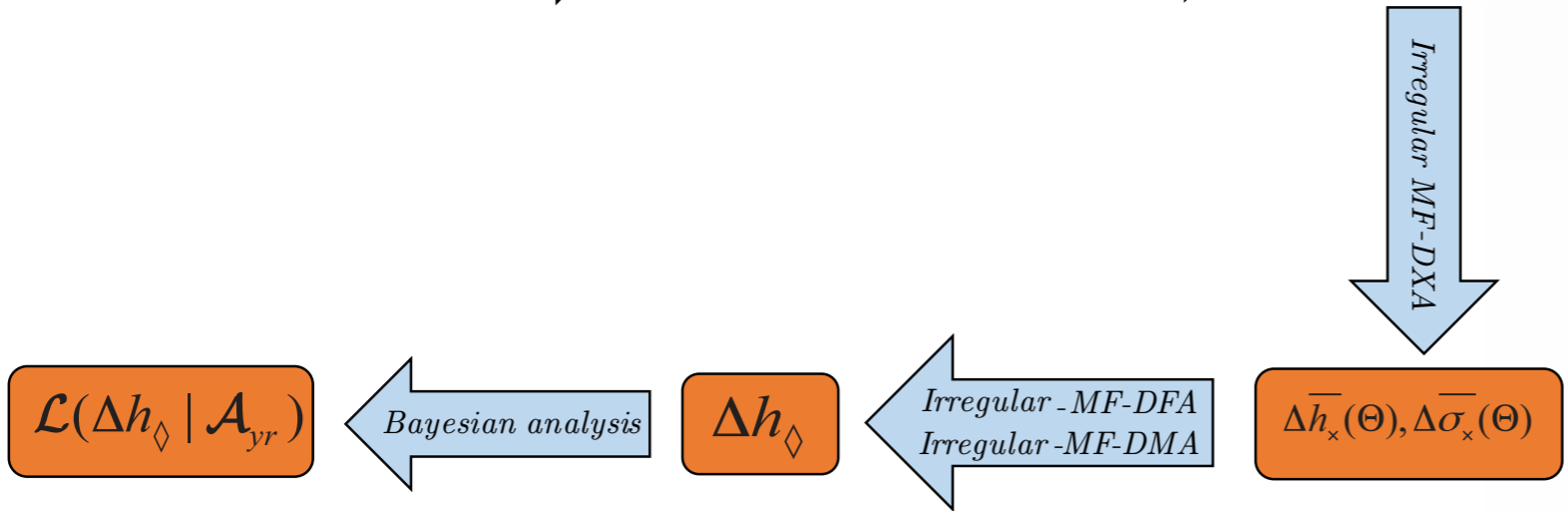
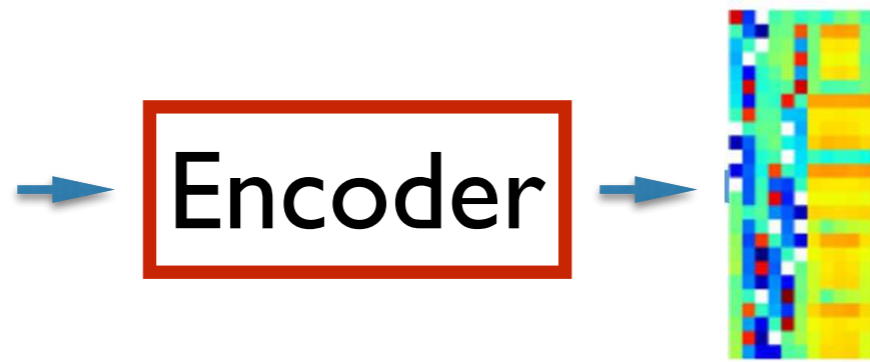
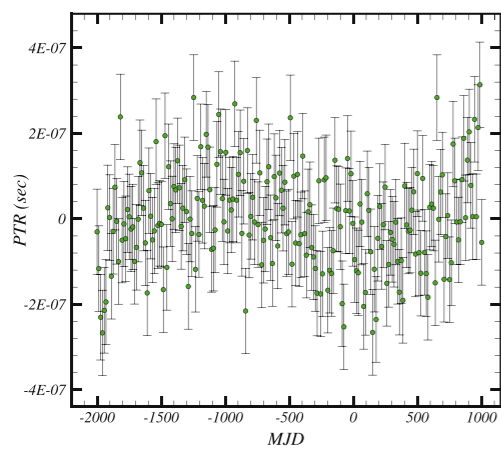
مثال: گذار فاز (ارایه خط مشی (Pipeline))

سوال: به منظور یافتن ردپای گذار فازها در کیهان اولیه رویه قابل اعتماد و بهینه در صورتی که داده های تابش زمینه کیهانی در نظر گرفته شوند چیست؟

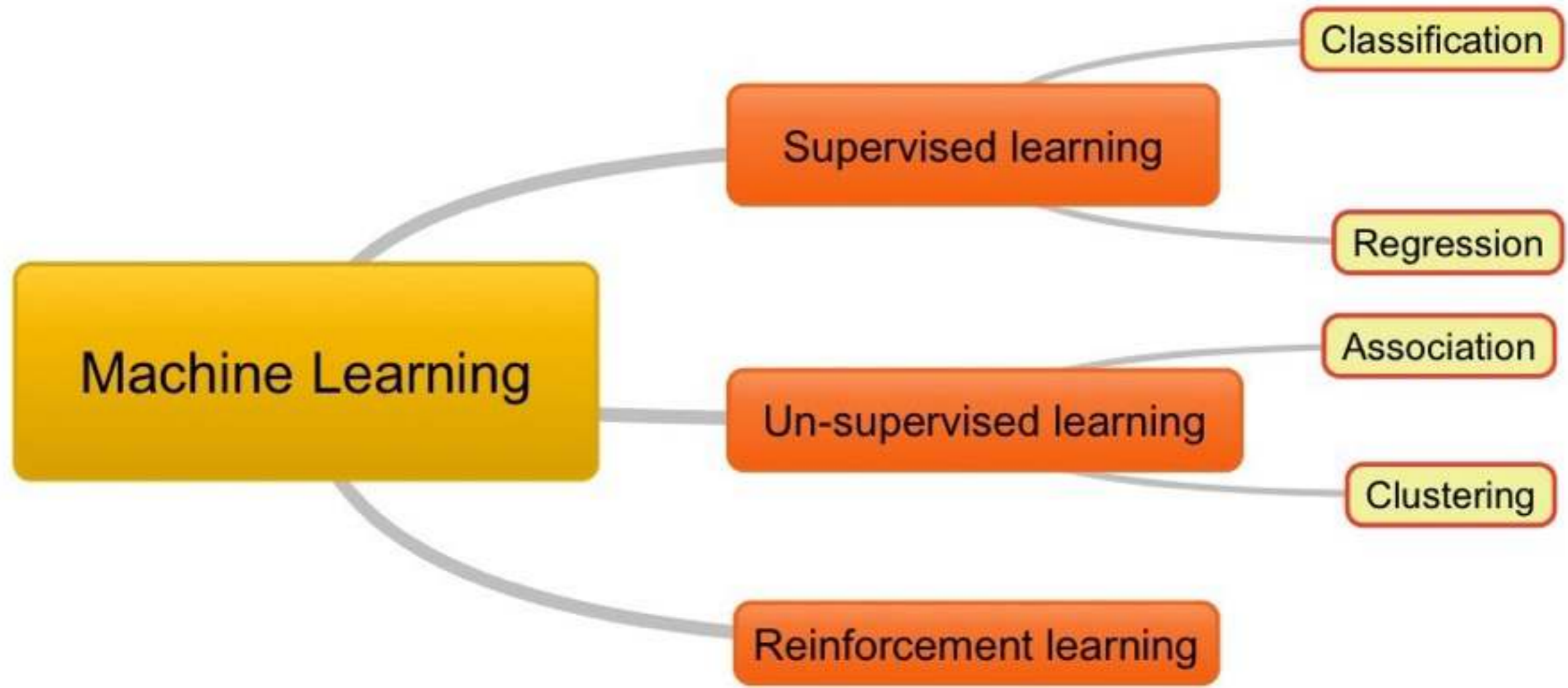


مثال: آشکارسازی امواج گرانشی (ارایه خط مشی (Pipeline))

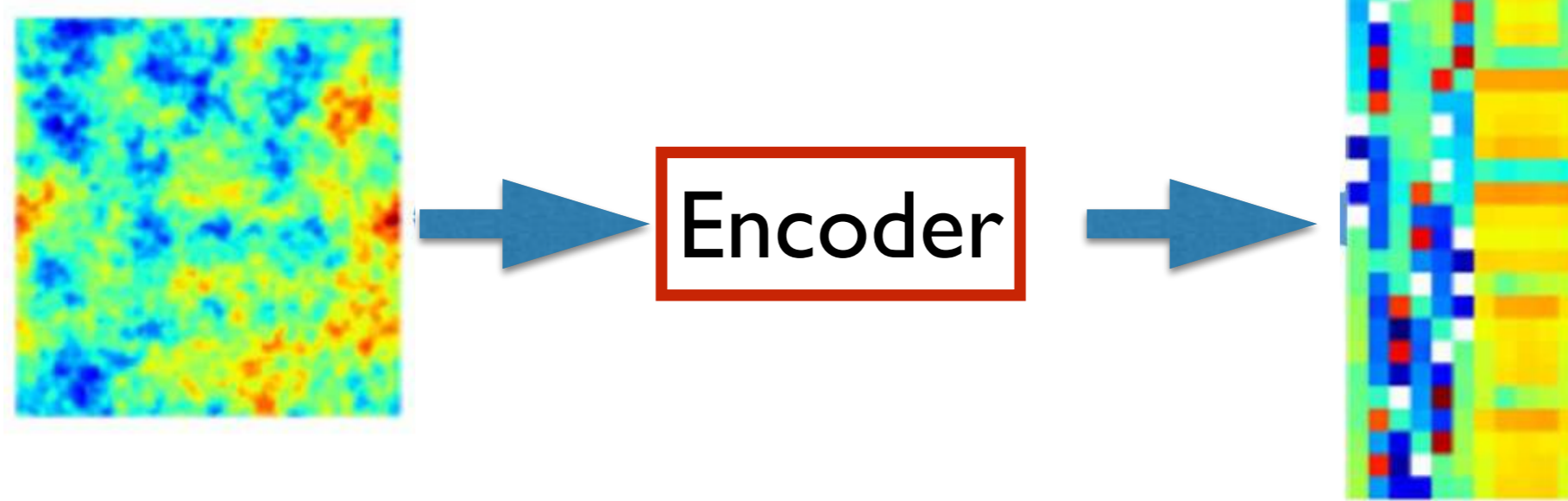
سوال: رهیافت بهینه در آشکارسازی امواج گرانشی در صورتی که از پالسارها استفاده کنیم چیست؟



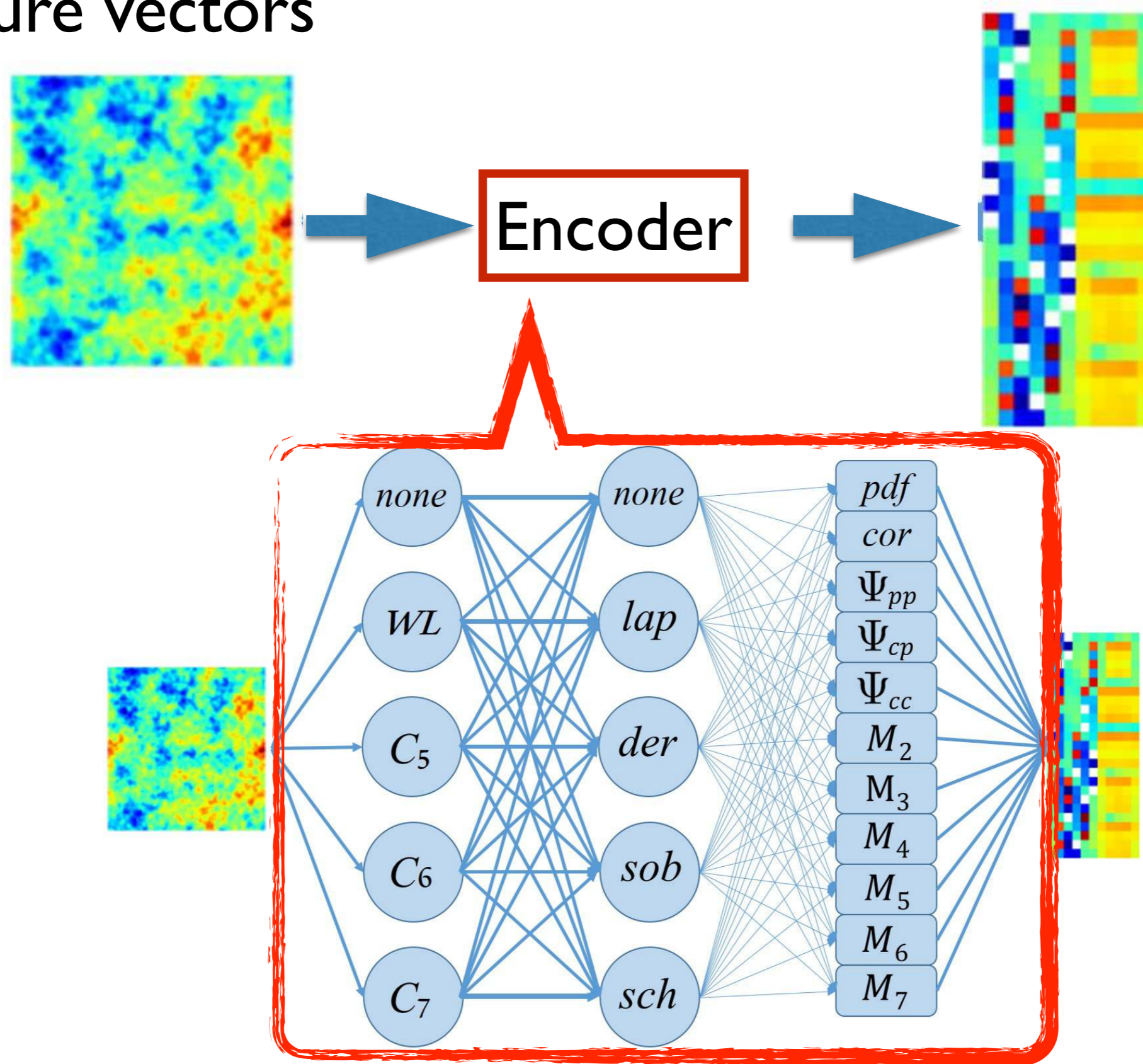
What is Machine learning approach?



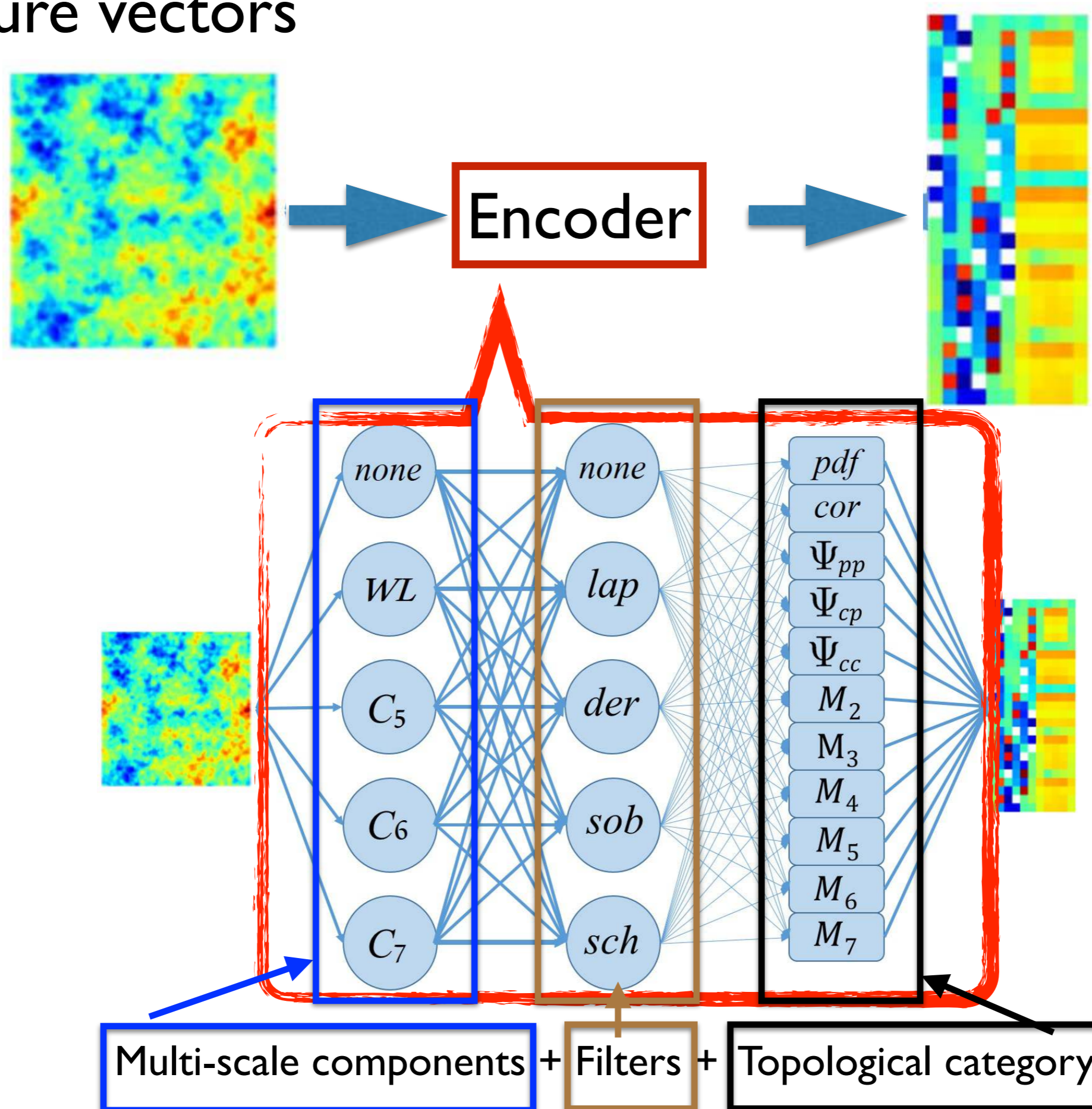
Feature vectors



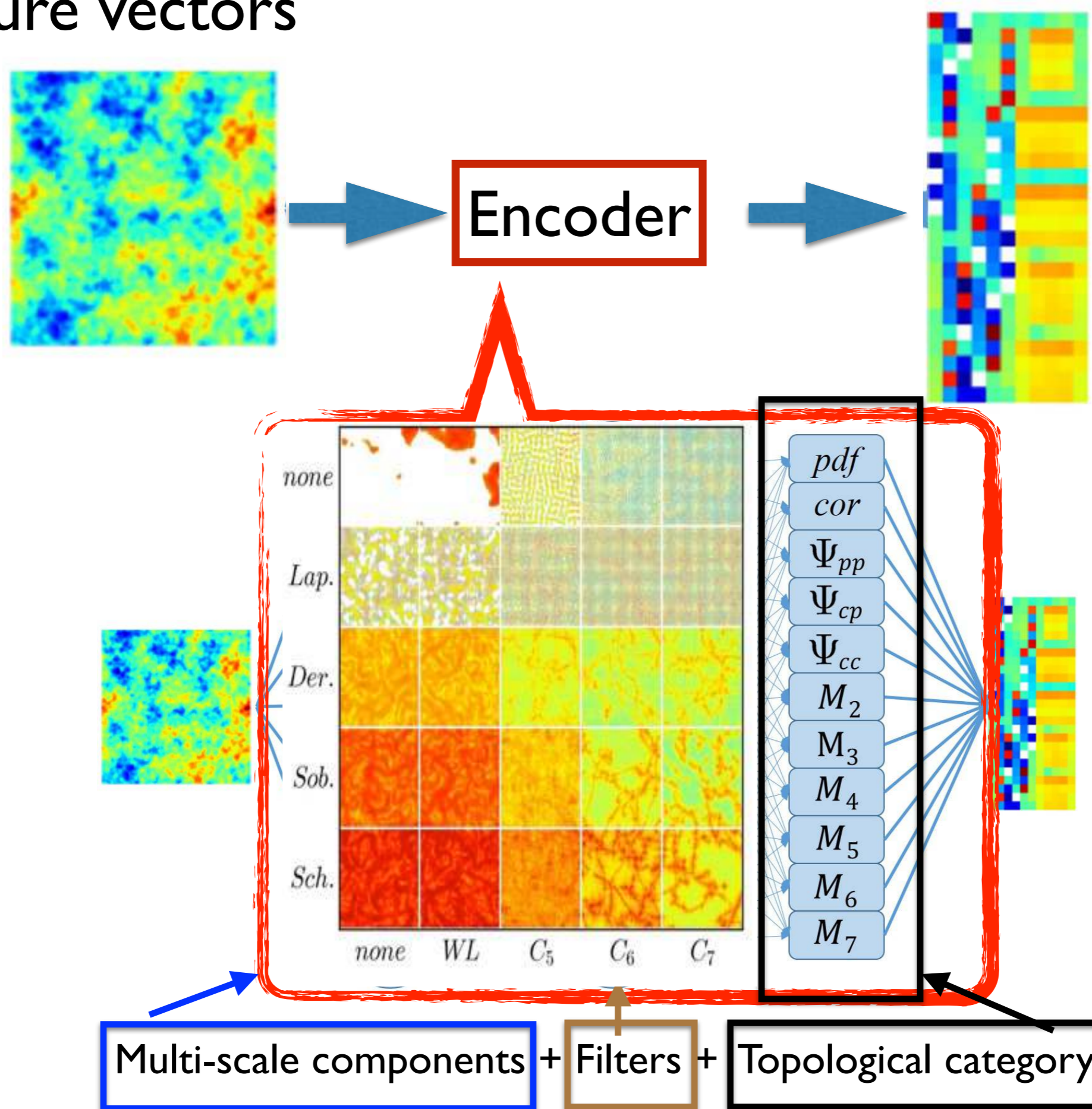
Feature vectors

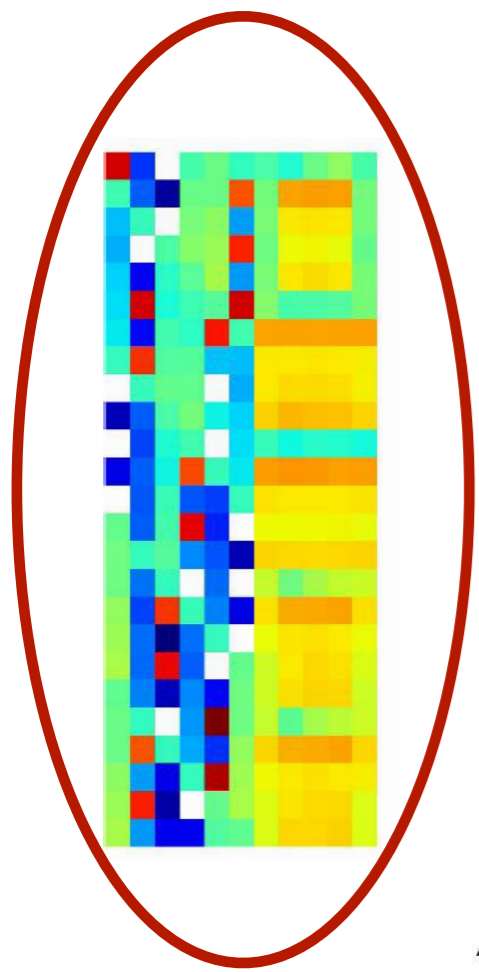


Feature vectors



Feature vectors

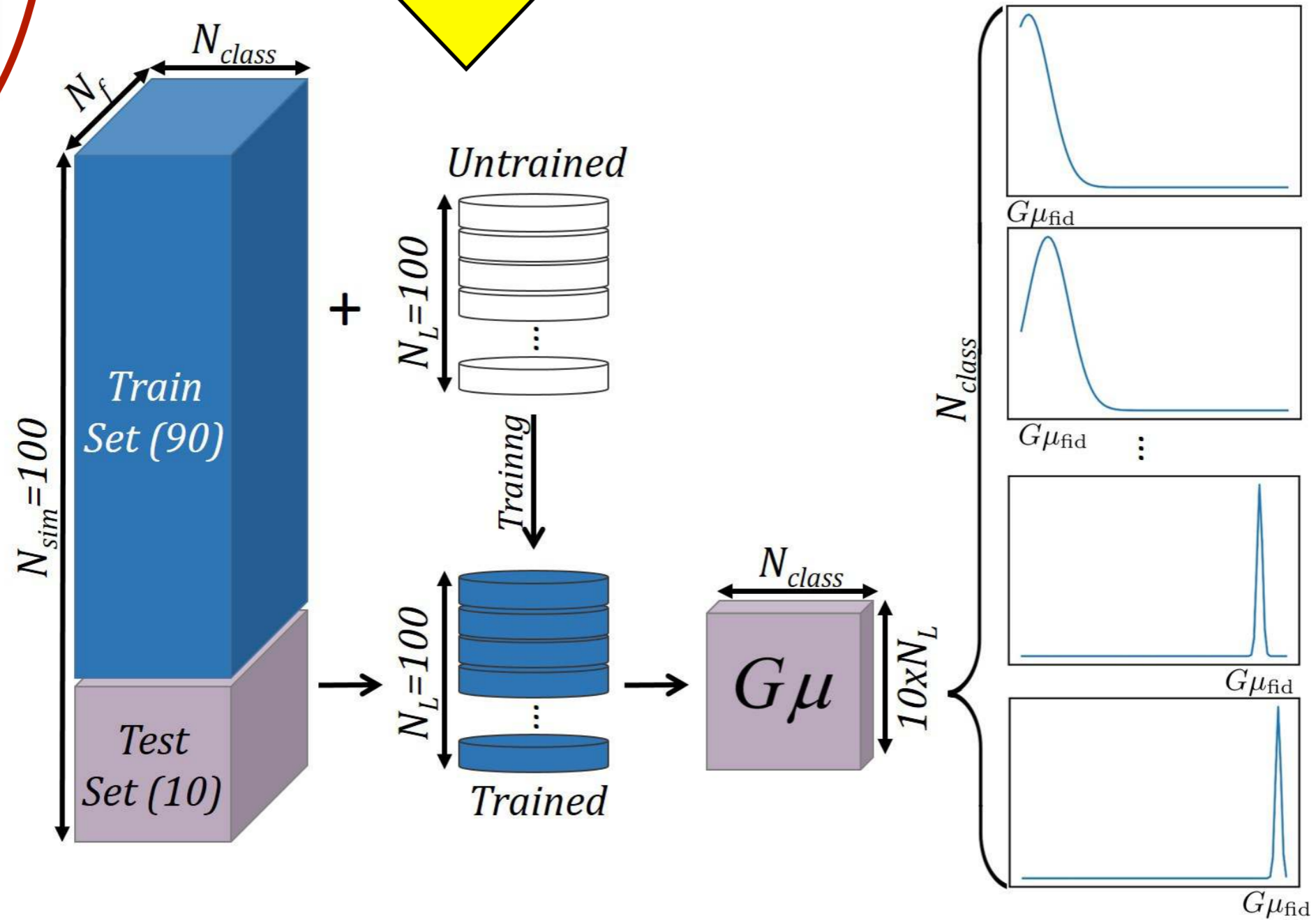




machine!



$G\mu$!



جمع بندی

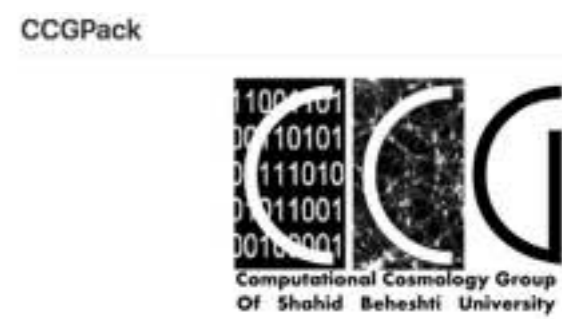
- (۱) علم داده به عنوان یک بخش در چرخه روش شناسی علمی
- (۲) کلان داده ها و رفتارهای نوپدید
- (۳) علم داده: فرصتی برای تعیین بسیار دقیق پارامترهای مدل
- (۴) ابداع و بکارگیری روشهای بهینه برای استخراج علم از داده ها
- (۵) علم داده فرصتی برای تجربه پدیده های جدید
- (۶) علم داده امکان توصیف های مؤثر برای فرآیندهای پیچیده را فراهم می کنند.
- (۷) توجه به آموزش ملزومات مواجهه با داده ها خصوصا در مواجهه به کلان داده ها

این امکان پذیر نیست مگر با هم افزایی عرصه های مختلف علمی

کارگاه آشنایی با کدهای کیهان‌شناسی
CAMB و CosmoMC
 ۲۷ اردیبهشت ۱۳۹۷
 دانشگاه فیزیک، دانشگاه شهید بهشتی
 مهلت ثبت‌نام: ۱۶ اردیبهشت ۱۳۹۷
 کمیته برگزاری: مرصیه فرهنگ (دانشگاه فریبک دانشگاه شهید بهشتی)، حسین مصححی (آرژانتیکه ایزسید دانشگاه شهید بهشتی)، سید علیرضا معنوی (آرژانتیکه ایزسید دانشگاه شهید بهشتی)، سید محمدصادق موحّد (دانشگاه فریبک دانشگاه شهید بهشتی) و پژوهشگاه دانش‌های بنیادی، علیرضا وفايي صدر (دانشگاه فریبک دانشگاه شهید بهشتی)

کارگاه
مدل‌سازی داده
 مهلت ثبت‌نام: ۱۶ اردیبهشت ۱۳۹۷
 ۲۶ اردیبهشت ۱۳۹۷
 Workshop on Data Modeling
 آزمایشگاه میان رشته‌ای این سینا، دانشکده فیزیک، دانشگاه شهید بهشتی
 Inter-Sina Multidisciplinary Laboratory, Department of Physics, Shahid Beheshti University
 کمیته برگزاری: منصوره ایزسید دانشگاه ایزسید دانشگاه شهید بهشتی، مرصیه فرهنگ (دانشگاه شهید بهشتی)، سید علیرضا معنوی (دانشگاه ایزسید دانشگاه شهید بهشتی)، سید محمدصادق موحّد دانشگاه شهید بهشتی و پژوهشگاه دانش‌های بنیادی، علیرضا وفايي صدر دانشگاه شهید بهشتی

کارگاه هم‌بستر نجوم و کیهان‌شناسی
 ۲۳ و ۲۴ آبان ۱۳۹۸
 دانشگاه شهید بهشتی
 تحلیل داده‌های رصدی
 دکتر شمس‌الرضا آملانی
CosmoMC
 اهداف کارگاه: آشنایی با کاربردهای CosmoMC، آشنایی با ابزارهای رایج در زمینه کیهان‌شناسی، آشنایی با نحوه استفاده از CosmoMC در پروژه‌های مختلف، آشنایی با نحوه استفاده از CosmoMC در پروژه‌های مختلف



از توجه شما سپاسگزارم

کارگاه یادگیری ماشین در فیزیک
Workshop on Machine Learning in Physics
 دانشگاه فریبک دانشگاه شهید بهشتی
 مهلت ثبت‌نام: ۱۰ بهمن ۱۳۹۶
 کمیته برگزار کننده: علی صادقی، سید محمدصادق موحّد
 مهلت ثبت‌نام برای شرکت در کارگاه: ۲۰ دی ماه ۱۳۹۶

سهمین کارگاه یادگیری ماشین در فیزیک
کاربردها در نجوم و کیهان‌شناسی
 دانشگاه فیزیک، دانشگاه شهید بهشتی
 مهلت ثبت‌نام: ۱۵ فروردین ماه ۹۸
 مهلت ثبت‌نام: ۲۸ و ۲۹ فروردین ماه ۹۸
 برخی عناوین: آشنایی با اصول یادگیری ماشینی، شبکه‌های عصبی، آشنایی با تانسورها
 کمیته برگزار کننده: علیرضا وفايي صدر (پژوهشگاه فیزیک، IPM)، مرصیه فرهنگ (دانشگاه شهید بهشتی)، سید محمدصادق موحّد (دانشگاه شهید بهشتی و پژوهشگاه فیزیک، IPM)، سید مهدی واعظ‌علائی (دانشگاه تهران و پژوهشگاه فیزیک، IPM)، علیرضا وفايي صدر (پژوهشگاه فیزیک، IPM)

دومین کارگاه نجوم
CosmoMC
 مهلت ثبت‌نام: ۱۲ و ۱۵ بهمن ۹۸
 مهلت ثبت‌نام: ۲۰ دی ۹۸
 تحلیل داده‌های رصدی و تطابق مدل‌های کیهان‌شناسی توسط نرم افزار CosmoMC
 مهلت ثبت‌نام: ۱۵ و ۱۶ بهمن ۹۸
 مهلت ثبت‌نام: ۲۰ دی ۹۸