



Вспоминая Дмитрия Александровича

Я был знаком с ДА около 40 лет и привык время от времени рассказывать ему наши результаты. Сейчас мне приходится рассказывать результаты на конференциях его памяти. Здесь мы представляем наши последние достижения, использующие недавние наблюдения JWST

Превращение гало темной материи в галактику и образование магнитных полей

М. Демянский^{1,2}, А. Дорошкевич^{3,4}, Т. Ларченкова³

1. Institute of Theoretical Physics, University of Warsaw, 02-093 Warsaw, Poland

2. Department of Astronomy, Williams College, Williamstown, MA 01267, USA

3. Физический институт им.П.Н.Лебедева РАН, 119333, Москва, Российская Федерация

4. Национальный исследовательский центр 'Курчатовский институт', пл. Курчатова 1, 123182 Москва, Российская Федерация

Composition of the Universe

- WMAP – Planck – mean parameters
 - at redshifts $z \sim 1000$
 - $\Omega_{\Lambda} \approx 0.7$, $\Omega_m \approx 0.3$, $\Omega_b \approx 0.06$, $\Omega_{lum} \approx 0.02$,
 - Galaxies as the probing particles
-

Baryons in the systems

(Wakker et al. 2015)

- $\sim 10\%$ of baryons are in galaxies
 - $\sim (30 \pm 10)\%$ - are in intergalactic and circumgalactic medium
 - It is photoionised at $T \sim 10^4 - 10^5 \text{ K}$
 - $\sim (40 - 60)\%$ at $T > 10^5 \text{ K}$
-

Для образования магнитного поля необходимо:

1. Развитая турбулентность
 2. Разделение зарядов в пространстве
 3. Обсуждаемые источники:
Biermann battery, Weibel instability
Subramanian 2019, Attia+ 2021, Zhang+ 2022,
Zhou+ 2024, Bahk+, 2024, Sanati+, 2024.
 4. Наблюдения:.
 - а. Турбулентность есть в гало ТМ, но не между гало.
Peebles 1970, Doroshkevich 1970,
White 1984, Demianski+, 2011
 - б. Заряды есть в звездах, галактиках и гало.
 - в. Есть ли поле между галактиками?
-

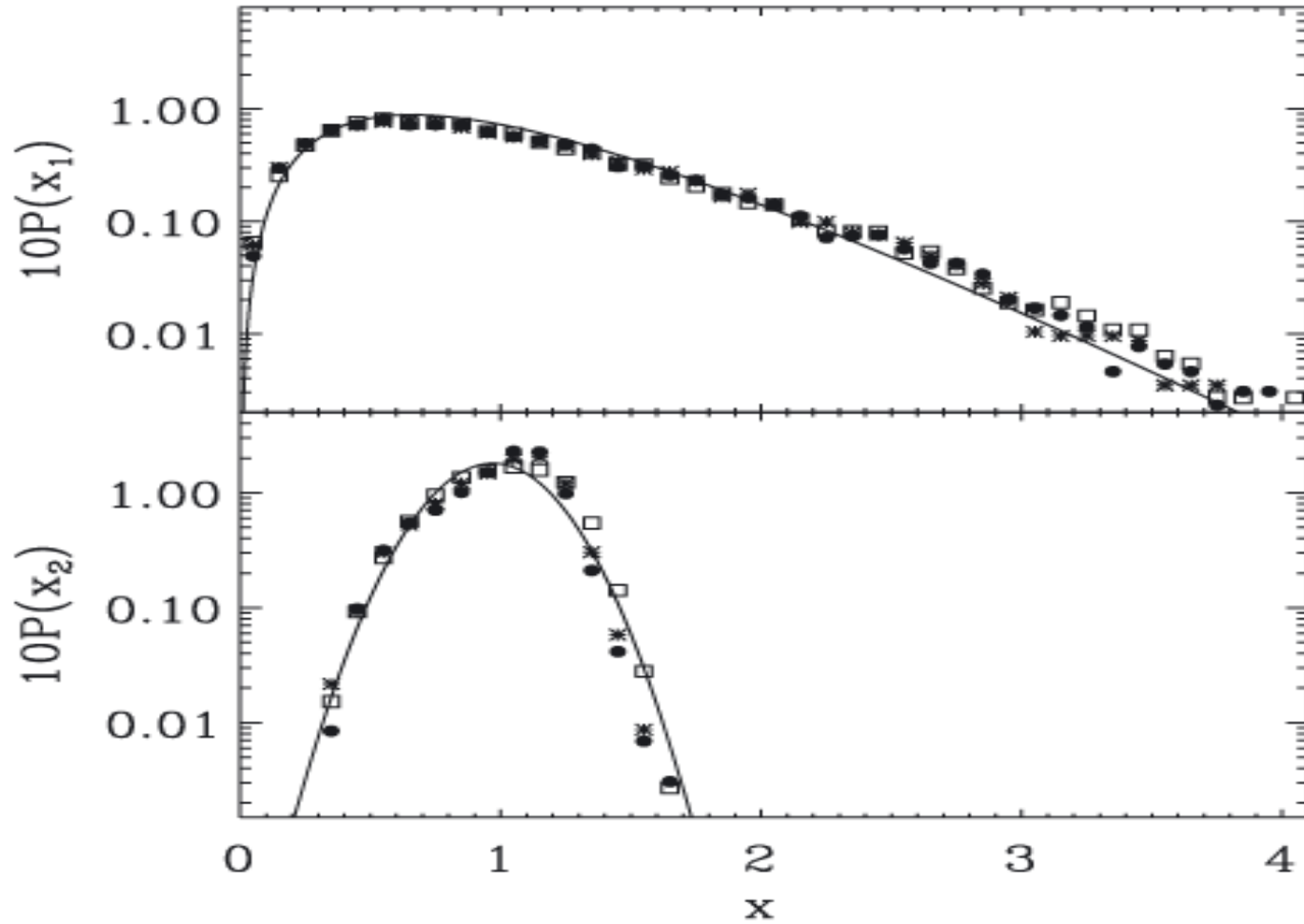


Figure 3. The PDFs of the reduced integral angular momentum, μ , and the reduced integral intensity of turbulent motions, τ , are plotted for redshifts $z = 1, 2$ and 3 (points, stars and squares, respectively) for clusters selected with the threshold overdensity $\delta = 1.76$ and richness given by equation (3). Here, $x_1 = \mu / \langle \mu \rangle$ and $x_2 = \tau / \langle \tau \rangle$.

Наблюдения JWST

Ngal	z	M/Msun
19	7---9	$>10^{10}$
70	<9.5	$>10^7$
19	9—12	$10^7 - 10^{10}$

гало ТМ образованы при $z > 12$

Dwarf galaxies

and the process of galaxy formation

Zel'dovich' pancakes

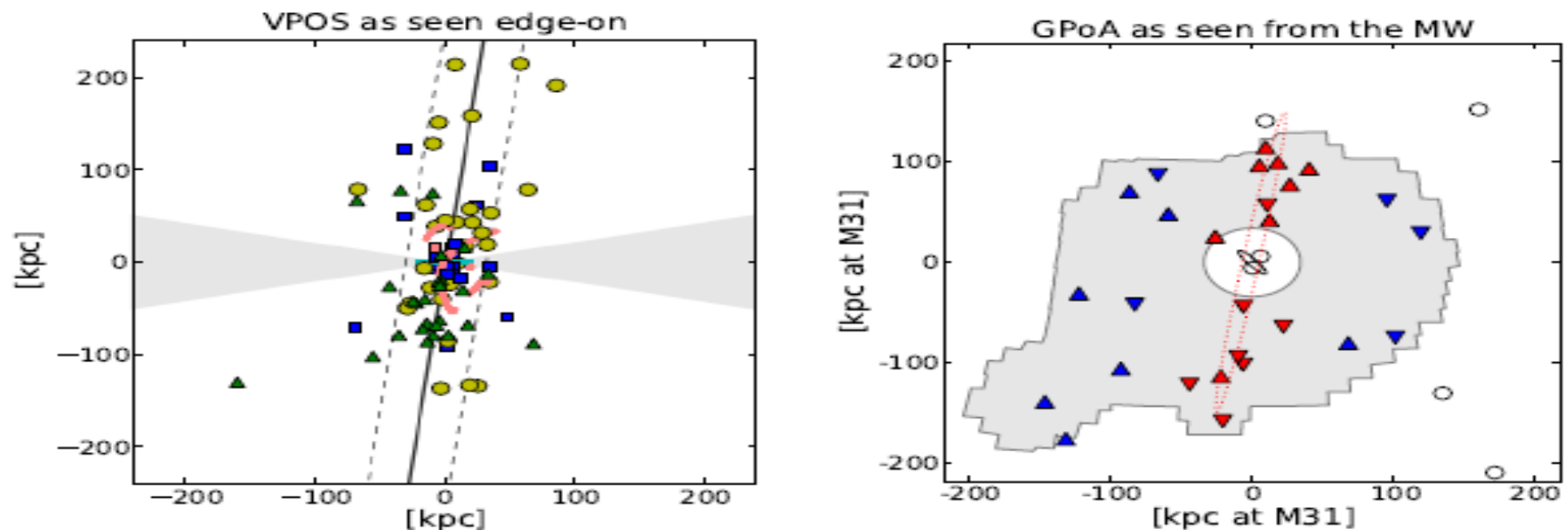
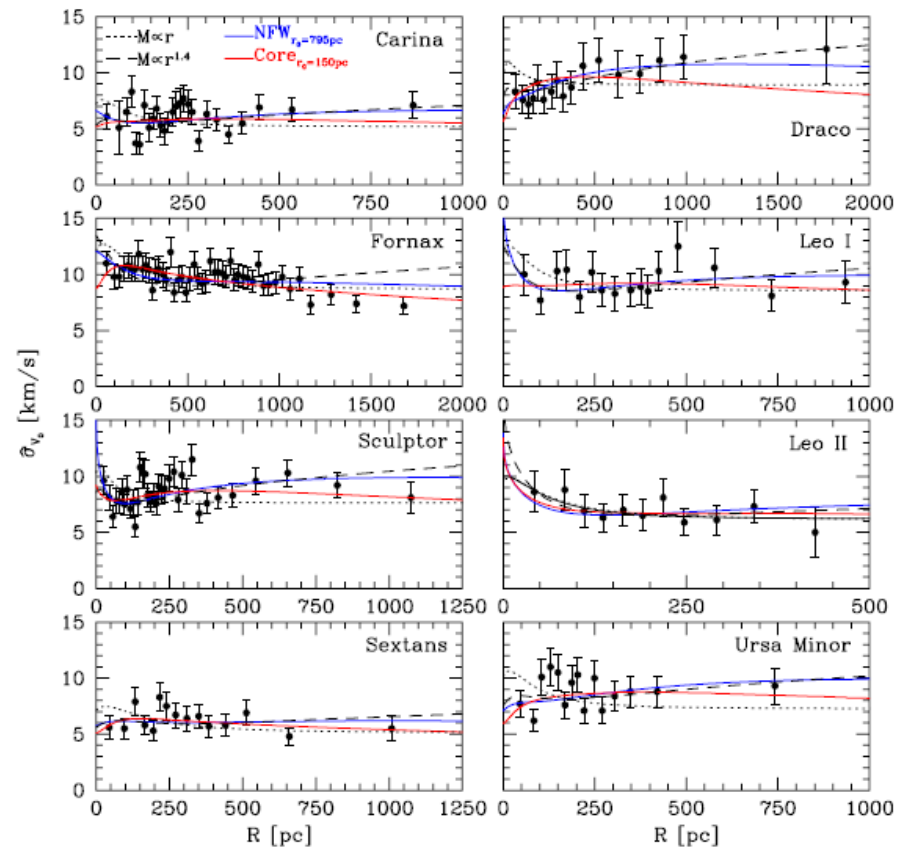


Figure 11

Planes of Satellites. *Left:* Edge-on view of the satellite distribution around the Milky Way (updated from Pawlowski, McGaugh & Jerjen 2015) with the satellite galaxies in yellow, young halo globular clusters and star clusters in blue, and all other newly-discovered objects (unconfirmed dwarf galaxies or star clusters) are shown as green triangles. The red lines in the center dictate the position and orientation of streams in the MW halo. The gray wedges span 24 degrees about the plane of the MW disk, where satellite discovery might be obscured by the Galaxy. *Right:* The satellite distribution around Andromeda (modified by M. Pawlowski from Ibata et al. 2013) where the red points are satellites belonging to the identified kinematic plane. Triangles pointing up are receding relative to M31. Triangles pointing down are approaching.

Projected velocity dispersion profiles for 8 dwarf spheroidal galaxies.



Over-plotted are profiles calculated from **NFW** and **cored** halos.

Table 1: Parameters of galaxies and low-mass DM halos used in our analysis, data from (Walker et al., 2009)

Name	$r_{1/2}$ kpc	σ_v km/s	$M_{1/2}$ $10^6 M_\odot$	$\rho_{1/2}$ $10^8 M_\odot/\text{kpc}^3$	R_{DM} kpc	M_{DM} $10^6 M_\odot$	ρ_{DM} $10^8 M_\odot/\text{kpc}^3$
Carina	0.14	6.6	3.4	3.2	0.8	8.4	0.04
Draco	0.22	9.1	11.0	2.3	1.8	57.6	0.03
Fornax	0.34	11.7	27.0	1.6	1.7	18.5	0.01
Leo I	0.13	9.2	6.5	6.6	1.0	16.2	0.05
Leo II	0.12	6.6	3.1	4.0	0.4	13.1	0.02
Sculptor	0.09	9.2	4.6	13.0	1.1	5.4	0.11
Sextans	0.29	7.9	11.0	1.0	1.0	5.6	0.09
Ursa minor	0.15	9.5	7.8	5.5	0.7	16.7	0.06
average	0.18	8.7	9.3	4.6	1.1	17.7	0.04

$r_{1/2}$ – the half-light radius, σ_v – the velocity dispersion, $M_{1/2}$ – the mass enclosed at the half-light radius, $\rho_{1/2}$ – the mean density interior to the half-light radius, R_{DM} – the DM halo radius, M_{DM} – the DM halo mass, ρ_{DM} – the DM halo mean density.

NFW-- profile

$$\rho(r) = \frac{\rho_0}{x(1+x)^2}, \quad x = \frac{r}{r_0}, \quad v^2 = v_0^2 \left[\frac{\ln(1+x)}{x} - \frac{1}{1+x} \right],$$

$$\rho_b(r) \simeq \rho_b(0) \exp[-\kappa_T^2(1 - \ln(1+x)/x)], \quad x = r/r_0,$$

$$\kappa_T^2 = v_0^2/a_T^2, \quad a_T^2 = kT_{gas}/m_p,$$

Typical time of evolution of DM halos t_{DM} and galaxies t_{gal}

$$t_{\text{DM}} = (4\pi G \langle \rho_{\text{DM}} \rangle)^{-1/2} \simeq 10^{15} \text{ s}$$

$$t_{\text{gal}} = (4\pi G \langle \rho_{\text{gal}} \rangle)^{-1/2} \simeq 2 \cdot 10^{14} \text{ s}$$

t_{DM} and t_{gal} are small compared to the cosmological time

$$t_{\text{cs}}(z) \simeq 2 \cdot 10^{16} ((1+z)/10)^{-3/2} \text{ s}$$

Galaxies and DM halos can be considered as stationary objects. We assumed the thermal instability in the process of cooling and concentration of baryons in the center of already (partially) formed DM halo at almost constant temperature of DM particles and baryons $T \sim 10^4 \text{ K}$. The time of Compton cooling is

$$t_e = \frac{3m_e c}{8\sigma_T \epsilon_\gamma} \simeq 4 \cdot 10^{15} z_{10}^{-4} \text{ s}, \quad z_{10} = (1+z)/10,$$

Три предельных распределения зарядов:

1. Электроны в центре, протоны на периферии
2. полная электронейтральность
3. стекание к центру протонов относительно электронов, “вклеенных”
в однородное реликтовое излучение
перезарядка и перемешивание протонов
4. в реальности: что то среднее –
некоторый избыток протонов в центре
5. конец остывания электронов при $z \sim 10 - 12$
6. магнитное поле $\mu \simeq \frac{e}{2mc} |\mathbf{J}|$.
возникает при $20 > z > 10 - 12$,

The end

