

# Задача на понимание

- Сколько энергии излучает Солнце на длине волны 550 нм?
- Сколько энергии излучает наша Галактика на длине волны 1250 нм?
- Ответ: математический 0

# КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ В ГАЛАКТИКАХ

[SAO/NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Query Results from the ADS Database

Selected and retrieved **1292** abstracts.

Sort options ▾

#	Bibcode Authors	Score Title	Date	<a href="#">List of Links</a> <a href="#">Access Control Help</a>
1	<input type="checkbox"/> <a href="#">2013arXiv1301.0024D</a> Dolag, Klaus; Sunyaev, Rashid	1.000 Relative velocity of dark matter and baryons in clusters of galaxies and measurements of their peculiar velocities	12/2012	<a href="#">A</a> <a href="#">X</a> <a href="#">R</a> <a href="#">U</a>
2	<input type="checkbox"/> <a href="#">2012sptz.prop90111D</a> Dole, Herve; Chary, Ranga-Ram; Montier, Ludovic; Lagache, Guilaine; Beelen, Alexandre; Welikala, Niraj; Puget, Jean-Loup; Giard, Martin; Pointecouteau, Etienne; Omont, Alain; and 7 coauthors	1.000 Planck & Herschel unveil extreme submillimeter structures	12/2012	<a href="#">A</a> <a href="#">D</a> <a href="#">U</a>
3	<input type="checkbox"/> <a href="#">2012sf2a.conf..481S</a> Sodré, L., Jr.	1.000 Optical Galaxy redshift surveys	12/2012	<a href="#">A</a> <a href="#">F</a> <a href="#">R</a> <a href="#">U</a>
4	<input type="checkbox"/> <a href="#">2012sf2a.conf..473P</a> Peirani, S.	1.000 Evolution of the distribution of baryons in a simulated Local Group Universe	12/2012	<a href="#">A</a> <a href="#">F</a> <a href="#">R</a> <a href="#">U</a>
5	<input type="checkbox"/> <a href="#">2012sf2a.conf..449C</a> Combet, C.	1.000 Gamma-ray emission in galaxy cluster from dark matter annihilation	12/2012	<a href="#">A</a> <a href="#">F</a> <a href="#">R</a> <a href="#">U</a>
6	<input type="checkbox"/> <a href="#">2012sf2a.conf..333F</a> Fouquet, S.; Hammer, F.; Yang, Y.; Puech, M.; Flores, H.	1.000 A possible impact near the Milky Way of a former major merger in the Local Group	12/2012	<a href="#">A</a> <a href="#">F</a> <a href="#">X</a> <a href="#">R</a> <a href="#">U</a>



RU

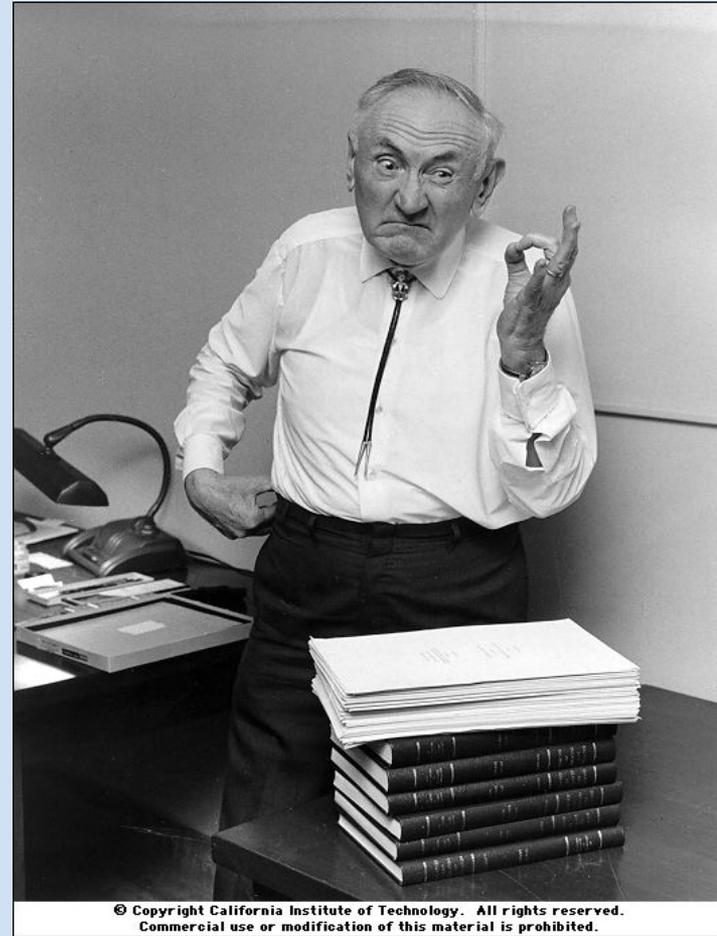
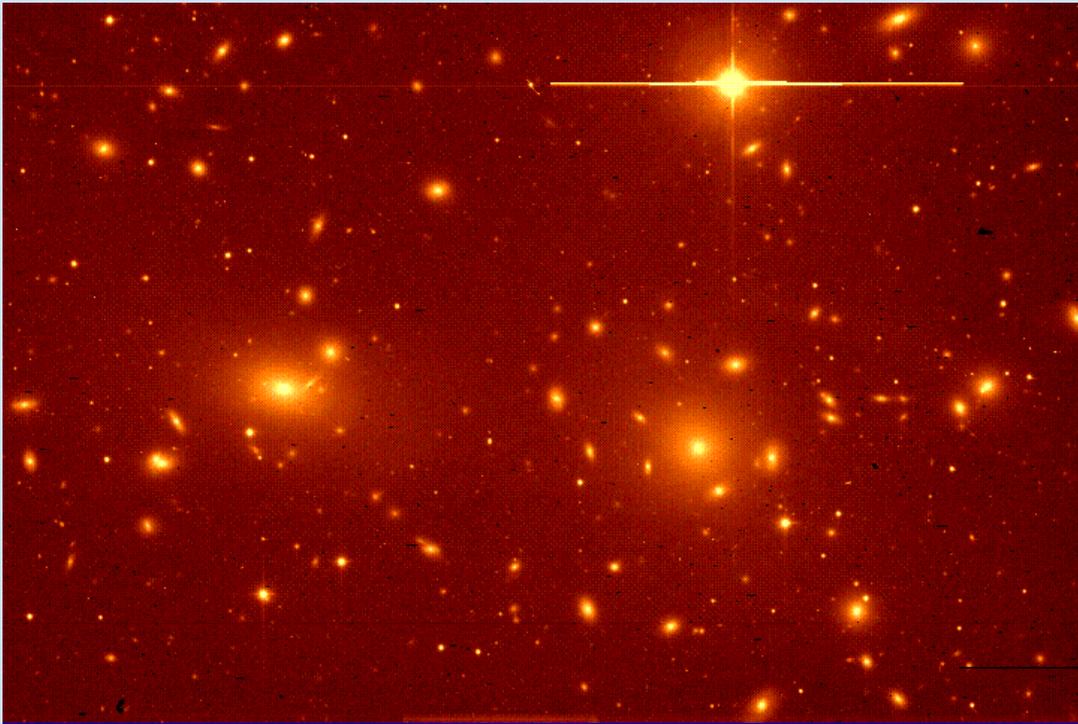


16:23  
05.02.2013

# ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ:

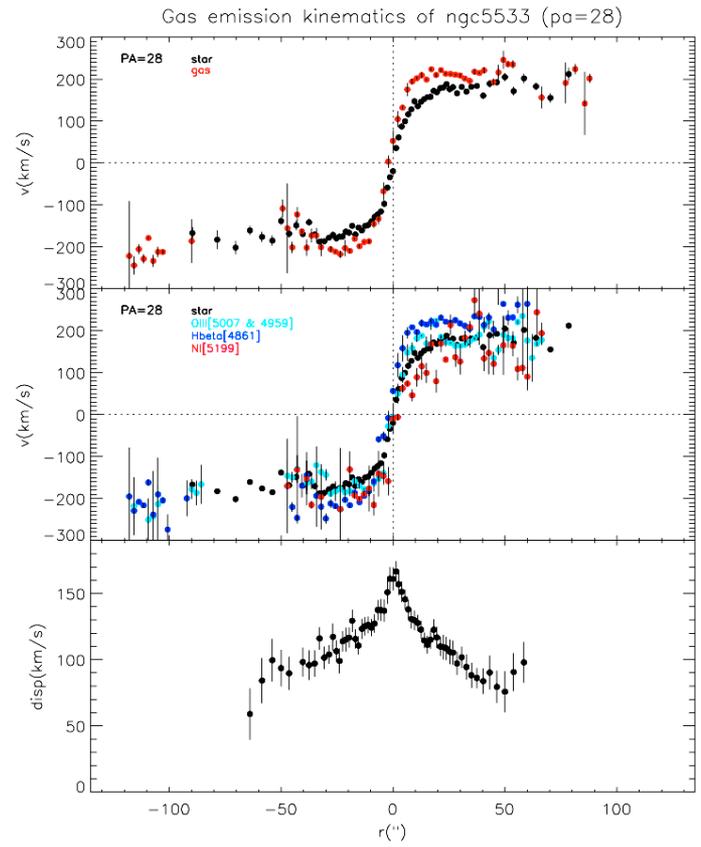
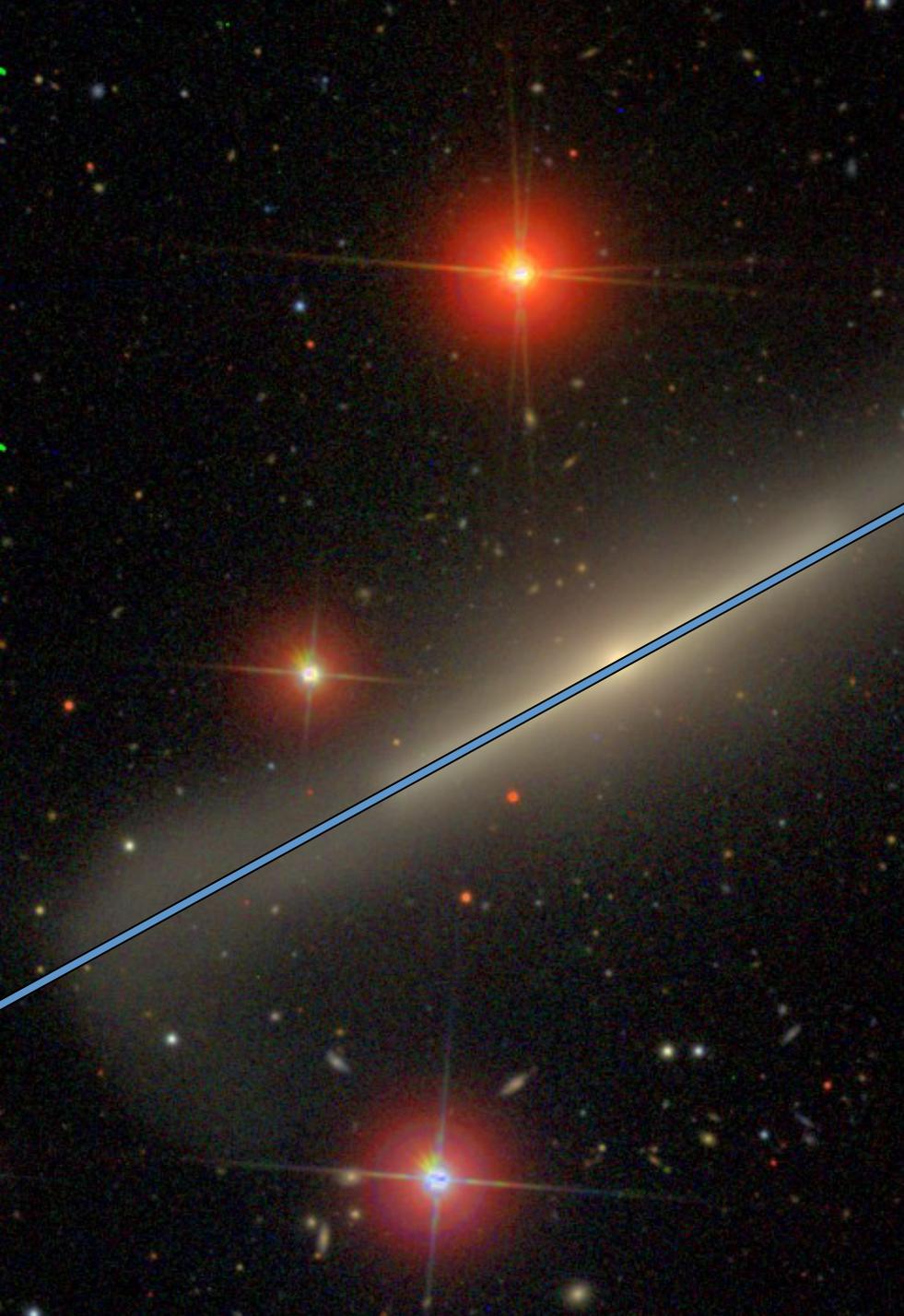
- -среда, которая никак не проявляет ни в каком диапазоне электромагнитного спектра
- Единственный способ узнать о ее существовании – по гравитационному полю, которое она создаёт.

# ПЕРВОЕ УКАЗАНИЕ на существование темной массы

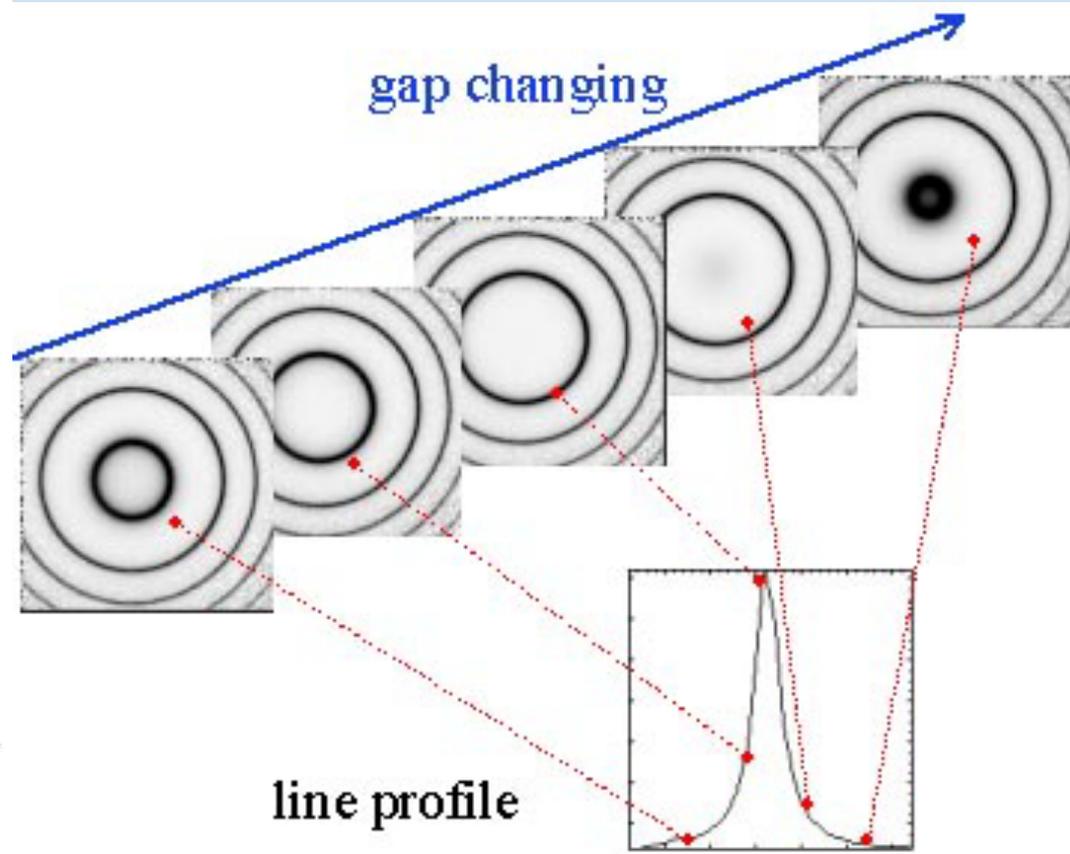
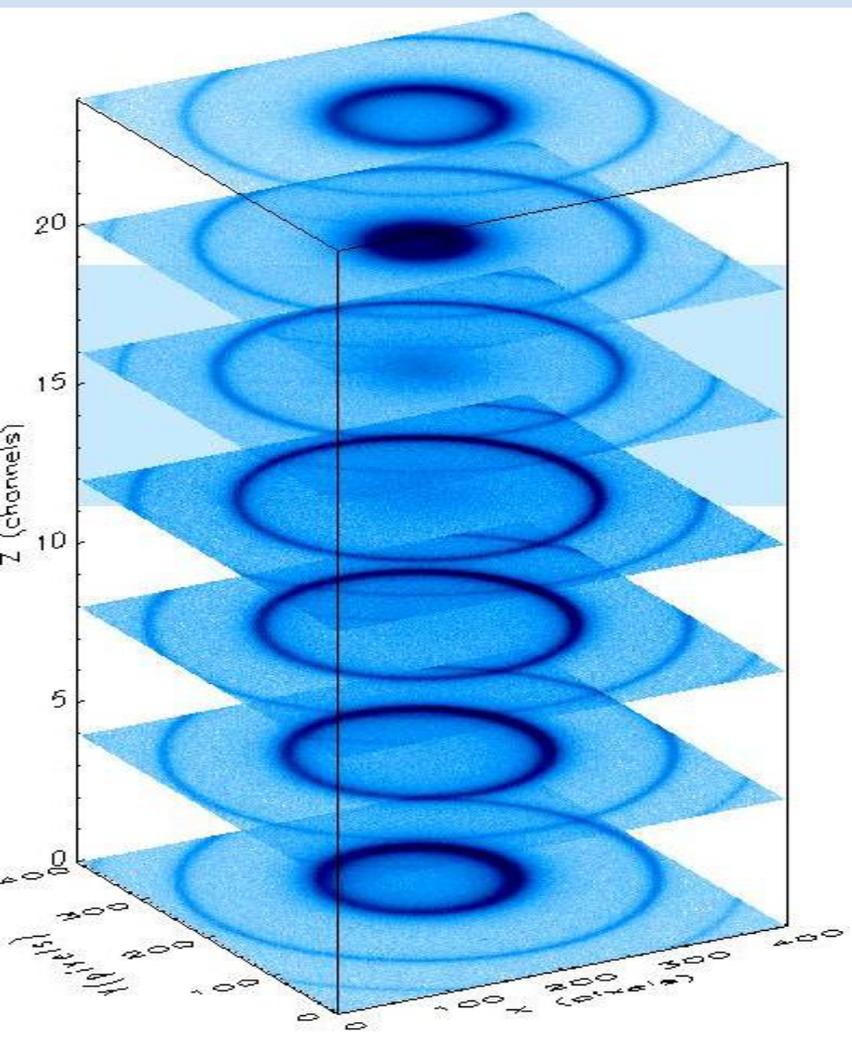


© Copyright California Institute of Technology. All rights reserved.  
Commercial use or modification of this material is prohibited.

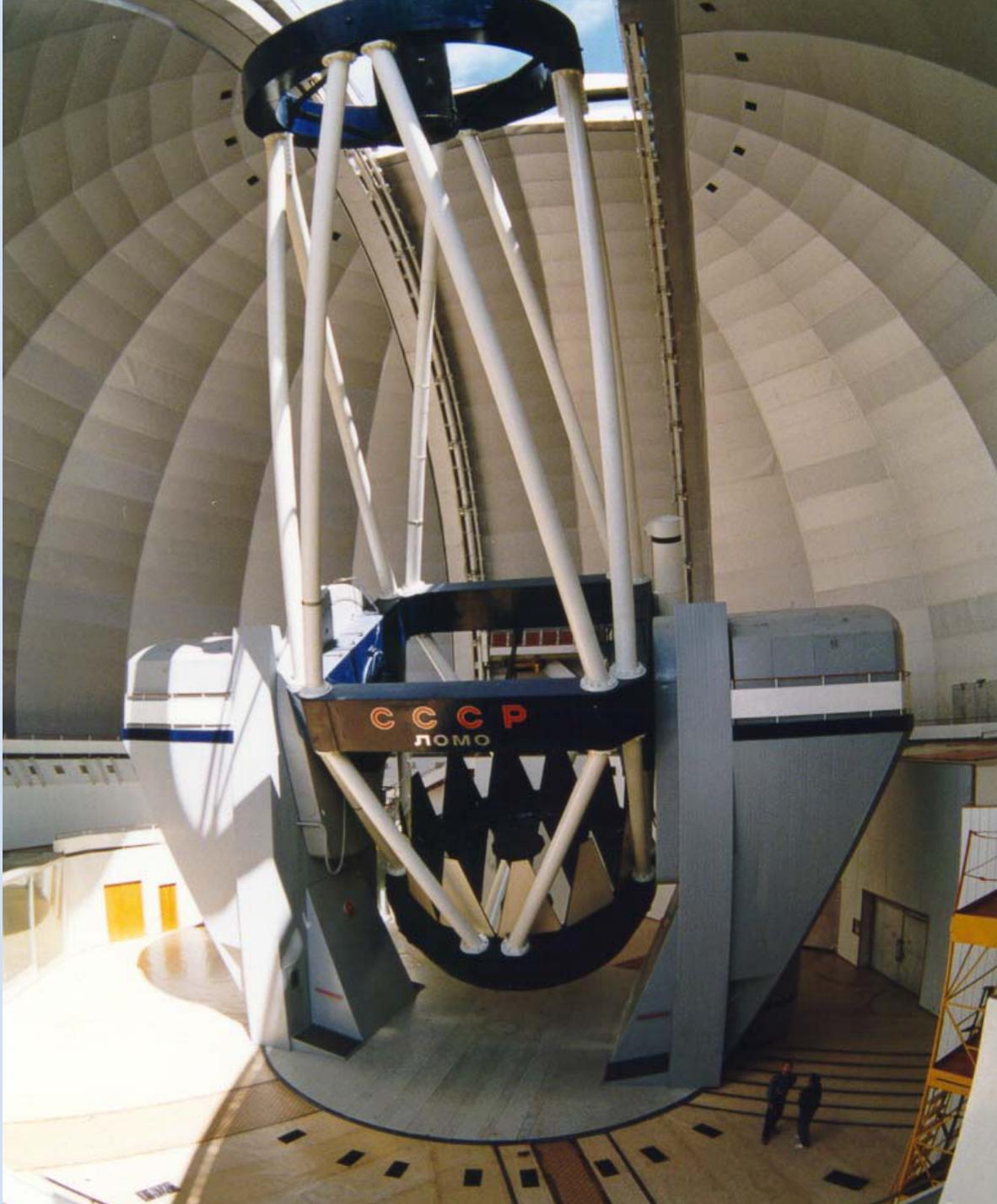
Цвикки (1933): Нужна большая добавочная масса, чтобы удержать скопления от безудержного расширения.



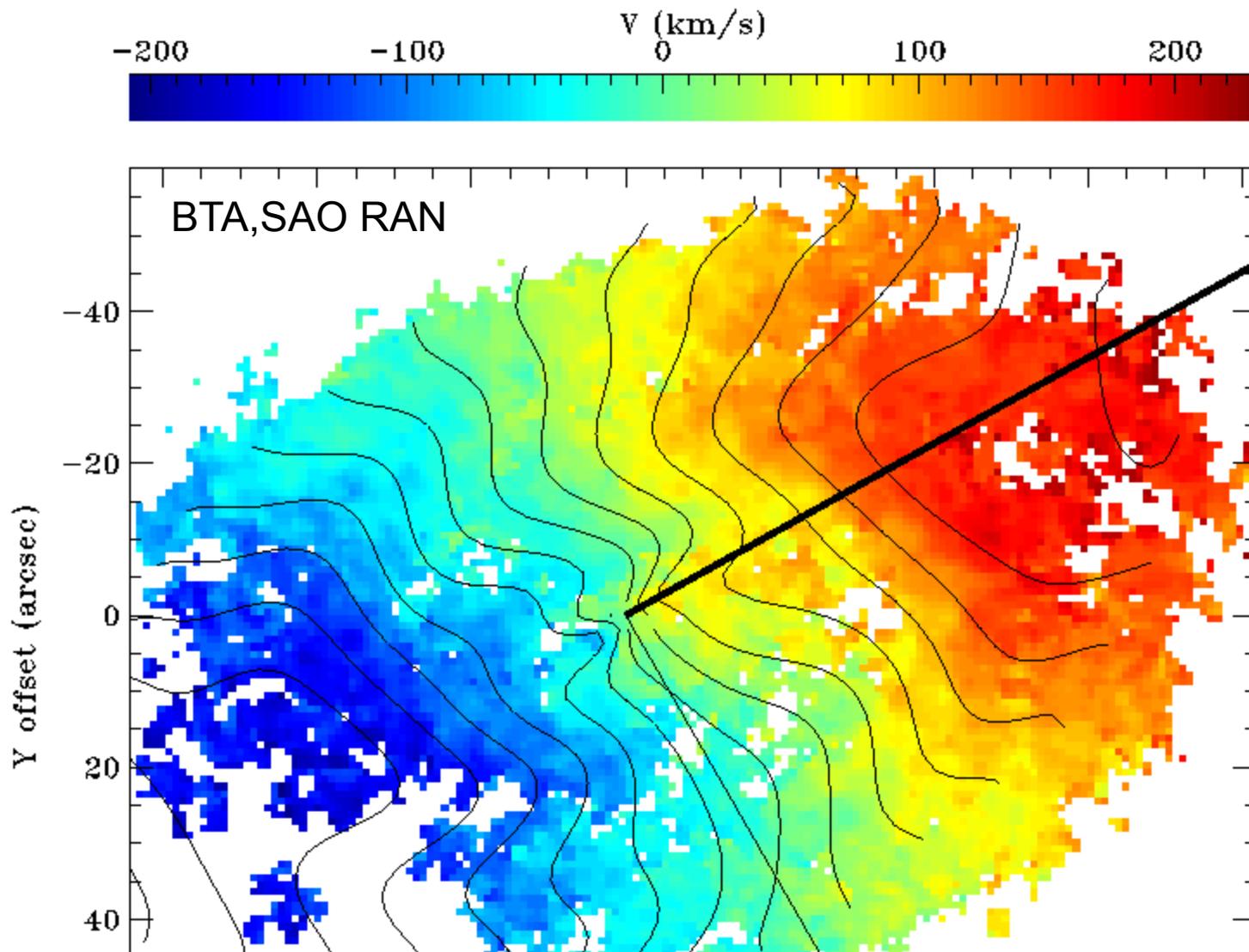
# Принцип работы интерферометра Фабри-Перо



- Такой подход позволяет за одно наблюдение галактики получить оценку лучевой скорости в нескольких тысячах точек

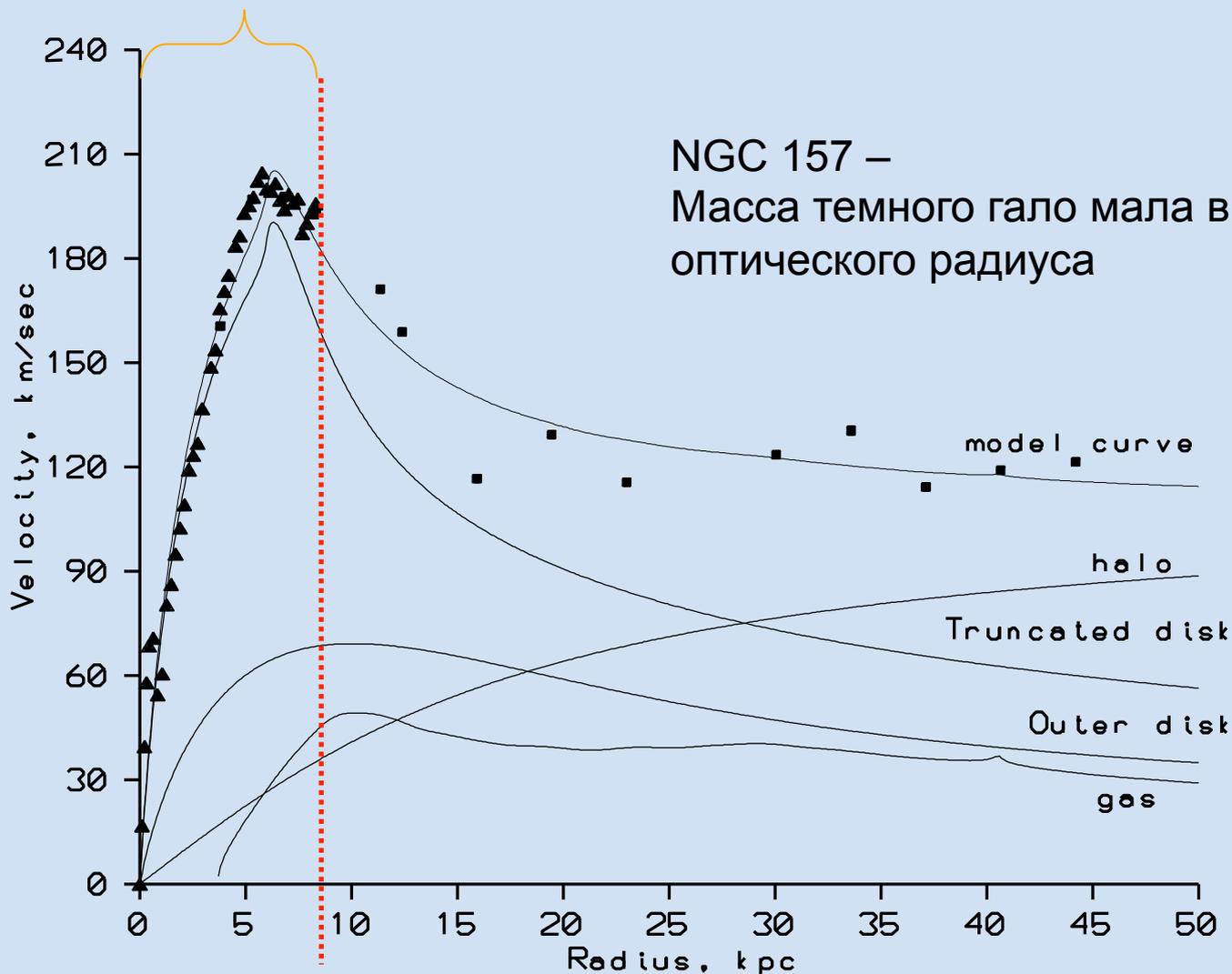


# Line-of-sight velocity field of NGC 157



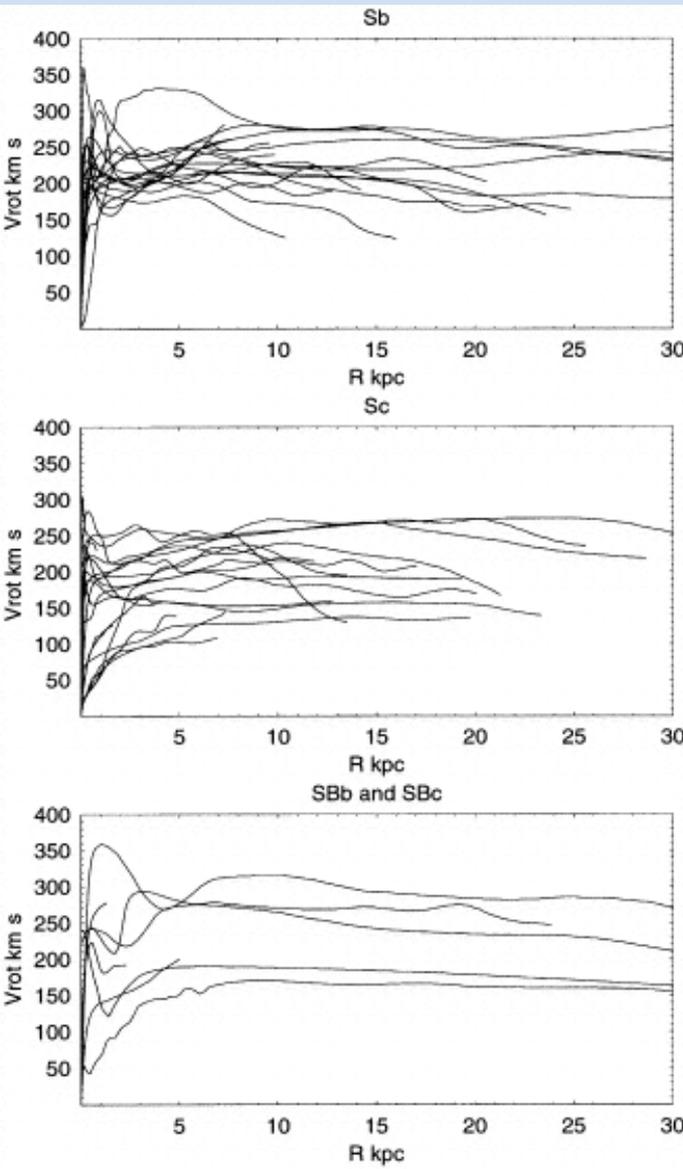
# Optical disc

NGC 157 –  
Масса темного гало мала в пределах  
оптического радиуса

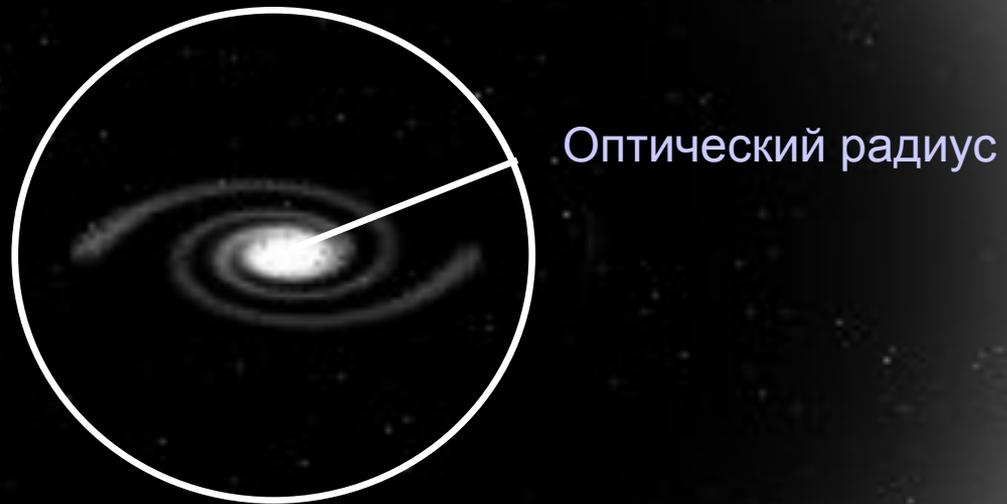


Вера Рубин (1983):

«Неизбежен вывод о том, что вещество в галактиках не так сильно концентрируется к центру, как яркость. Поэтому по распределению яркости в галактиках нельзя судить о распределении массы в них»

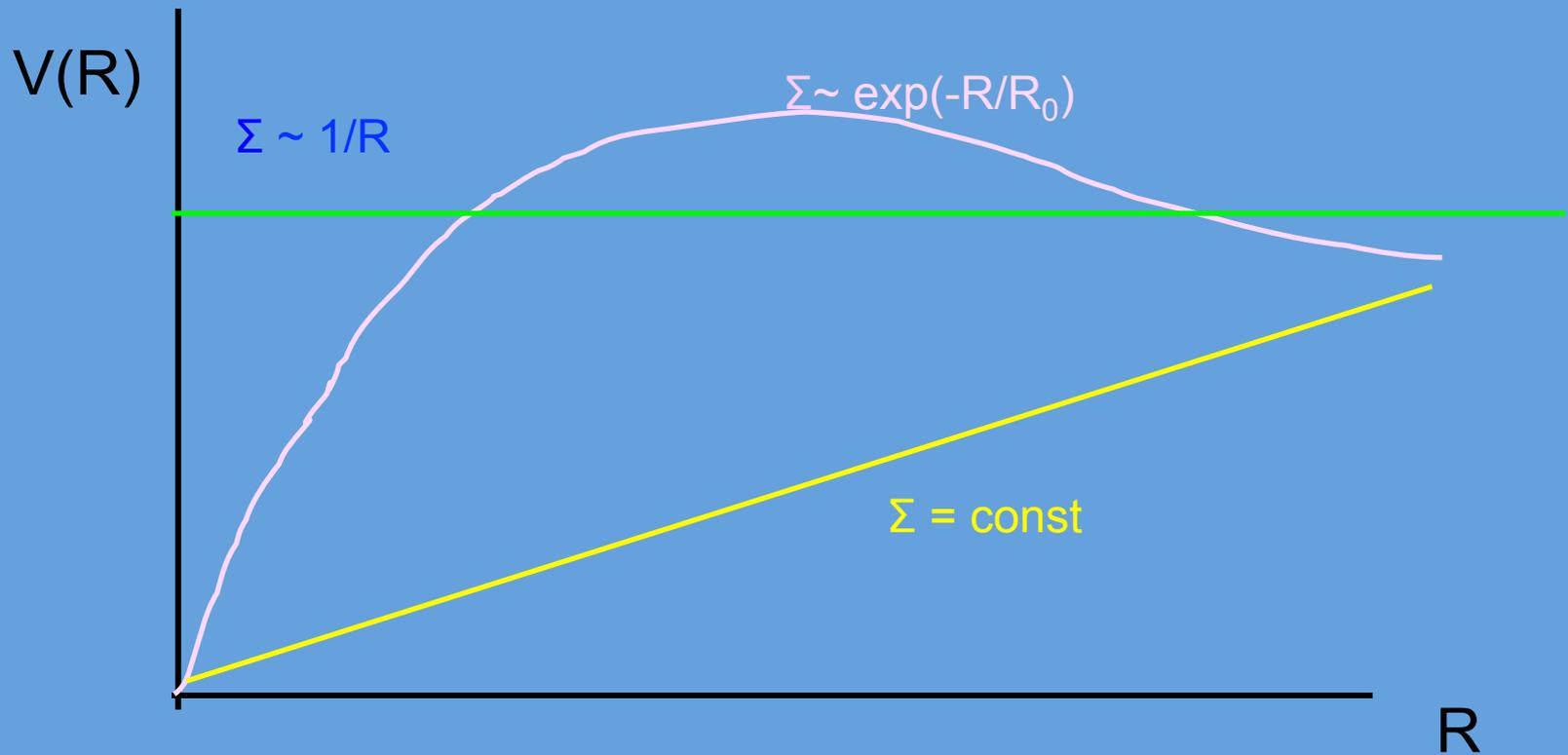


## Темная материя

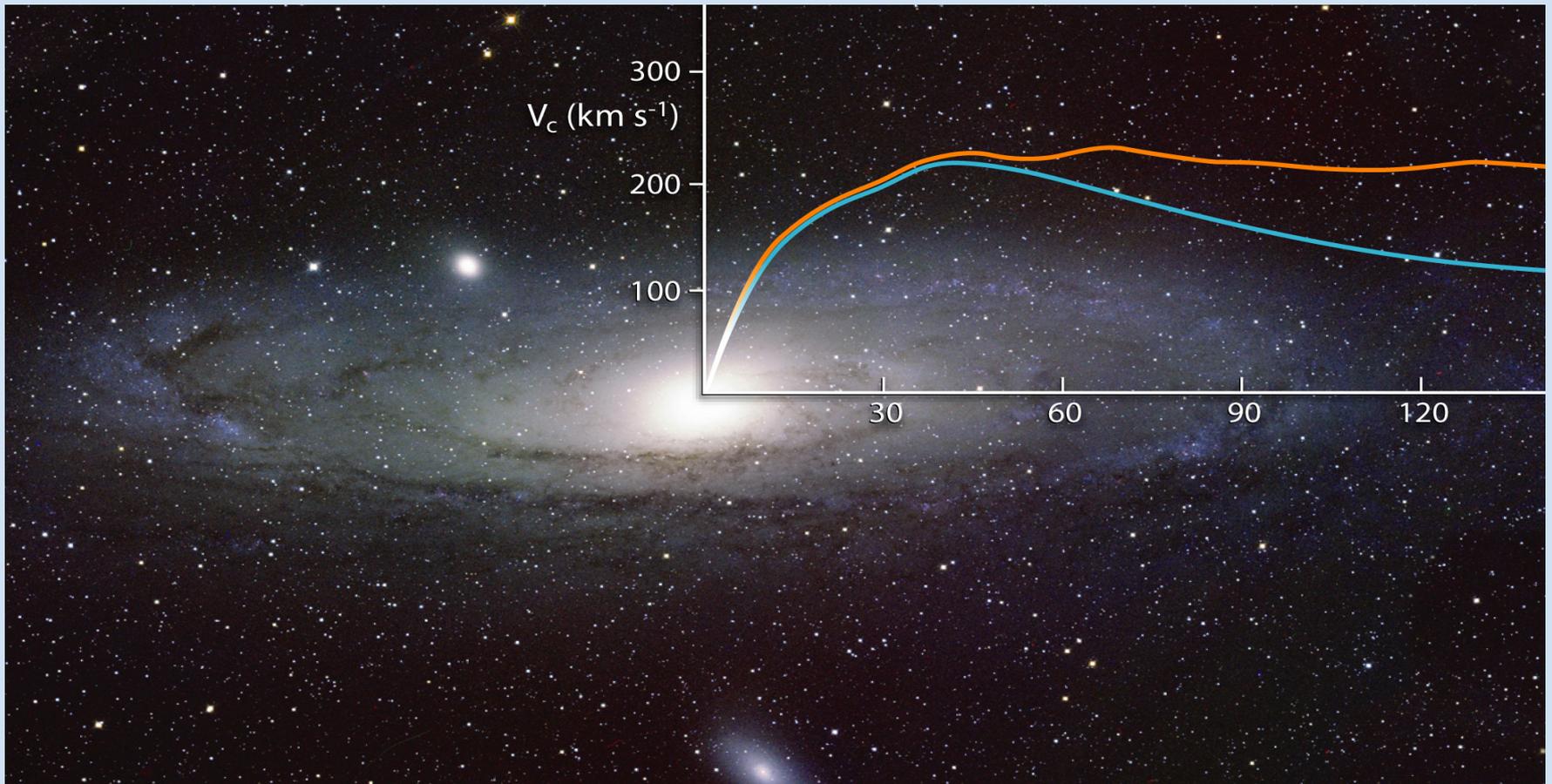


**ГАЛАКТИКИ ОКРУЖЕНЫ МАССИВНЫМ ТЕМНЫМ ГАЛО**

# Плоскую кривую вращения можно объяснить и без темного гало

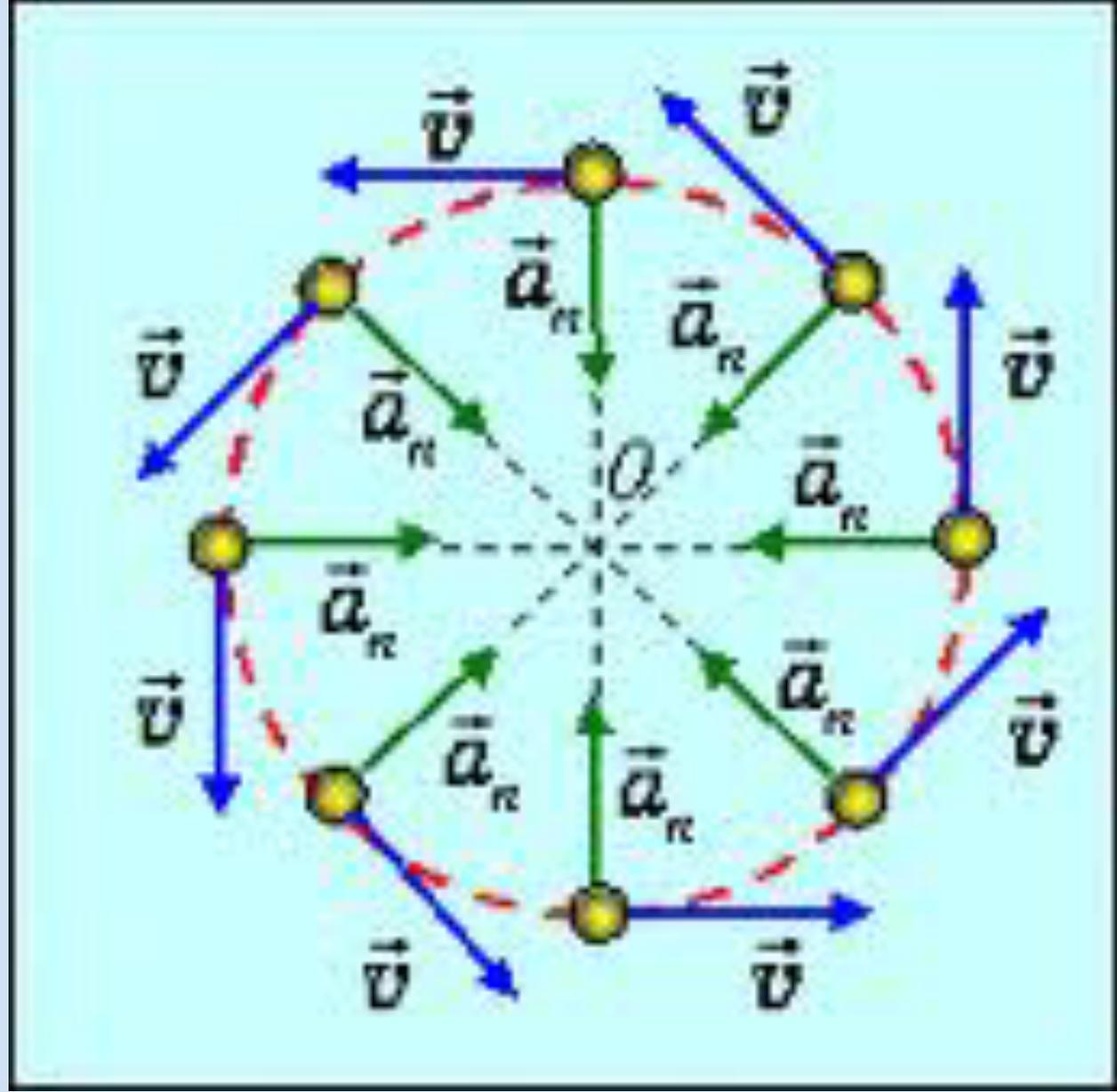


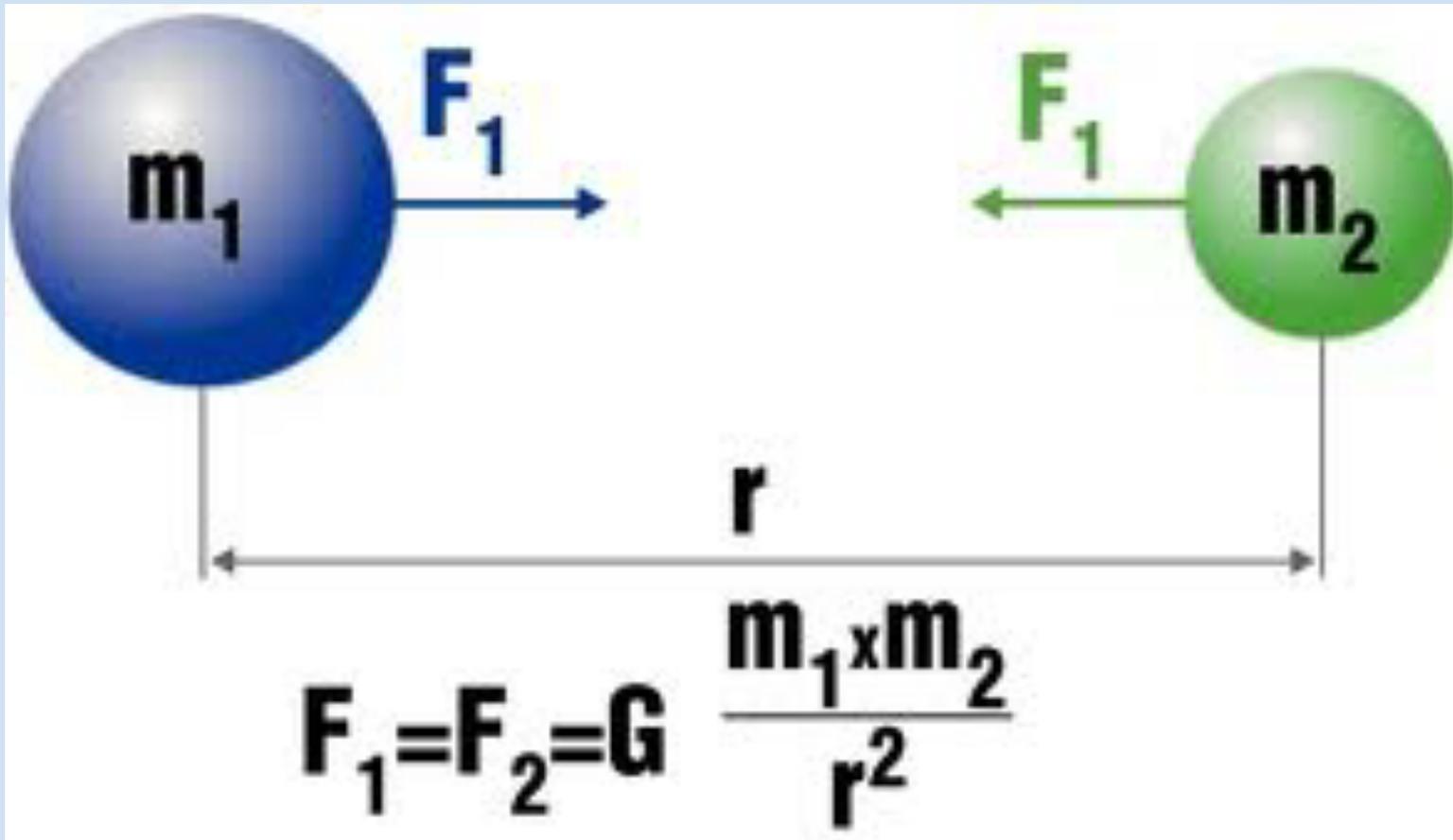
# Вращение туманности Андромеды



Закон всемирного тяготения  
для точечных масс

$$F = G \frac{mM}{R^2}$$





## Движение по окружности

$$T = \frac{t}{n} \text{ (с)} - \text{период вращения}$$

$$\nu = \frac{n}{t} \text{ (Гц)} - \text{частота}$$

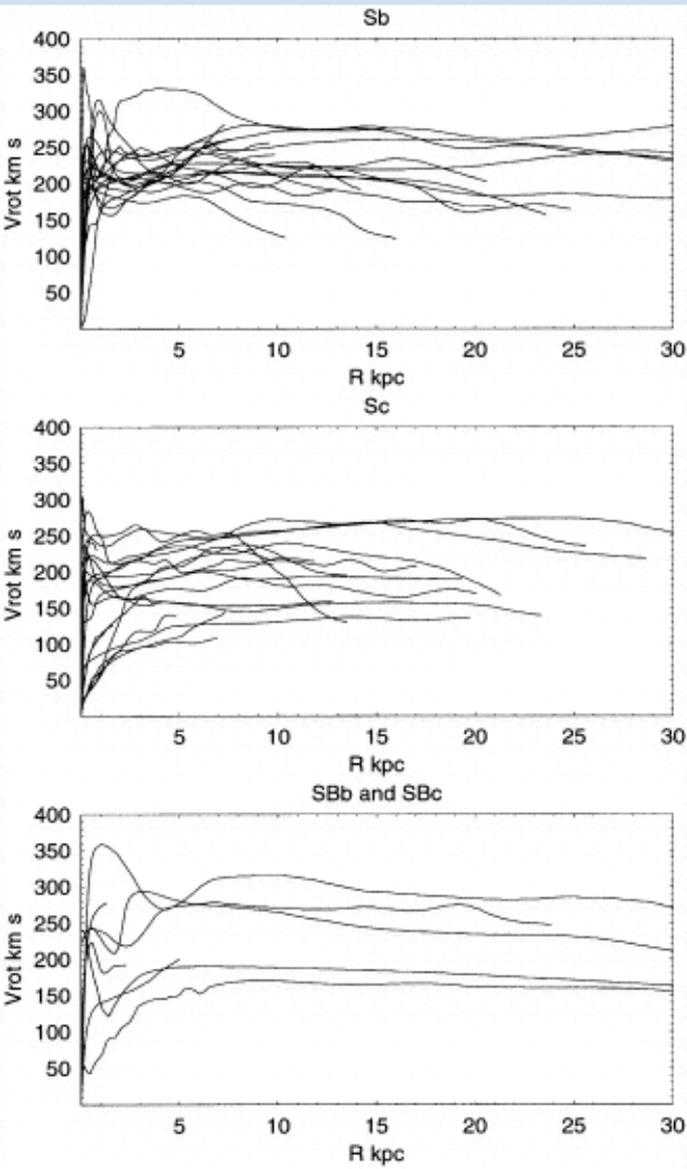
$$a_{\text{ц.с.}} = \frac{v^2}{r} \left( \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right) - \text{центростремительное ускорение}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi \nu r = \omega r \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) - \text{скорость}$$

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = 2\pi \nu = \frac{2\pi}{t} \left( \frac{\text{рад}}{\text{с}} \right) - \text{циклическая скорость}$$

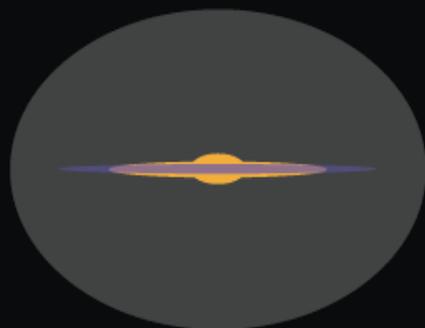
Вера Рубин (1983):

«Неизбежен вывод о том, что вещество в галактиках не так сильно концентрируется к центру, как яркость. Поэтому по распределению яркости в галактиках нельзя судить о распределении массы в них»



# МОЖЕТ БЫТЬ, НЕВИДИМЫЙ ГАЗ?

- Разреженный и очень холодный?
- Разреженный и очень горячий?



=



+



+



$M_{\text{tot}}$

=

$M_{\text{gas}}$

+

$M_{\text{disk}}$

+

$M_{\text{halo}}$



$V_{\text{tot}}^2$

=



$V_{\text{gas}}^2$

+

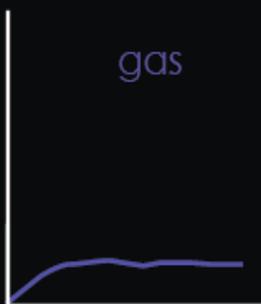


$V_{\text{disk}}^2$

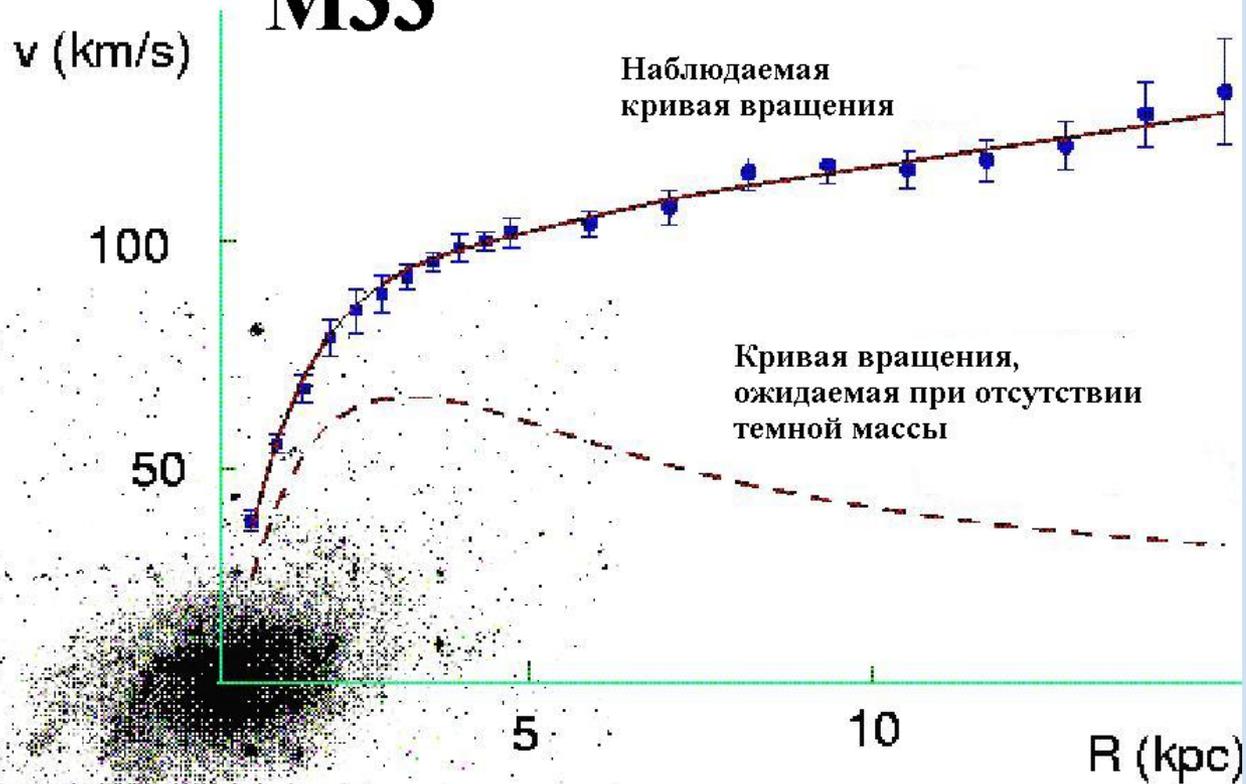
+



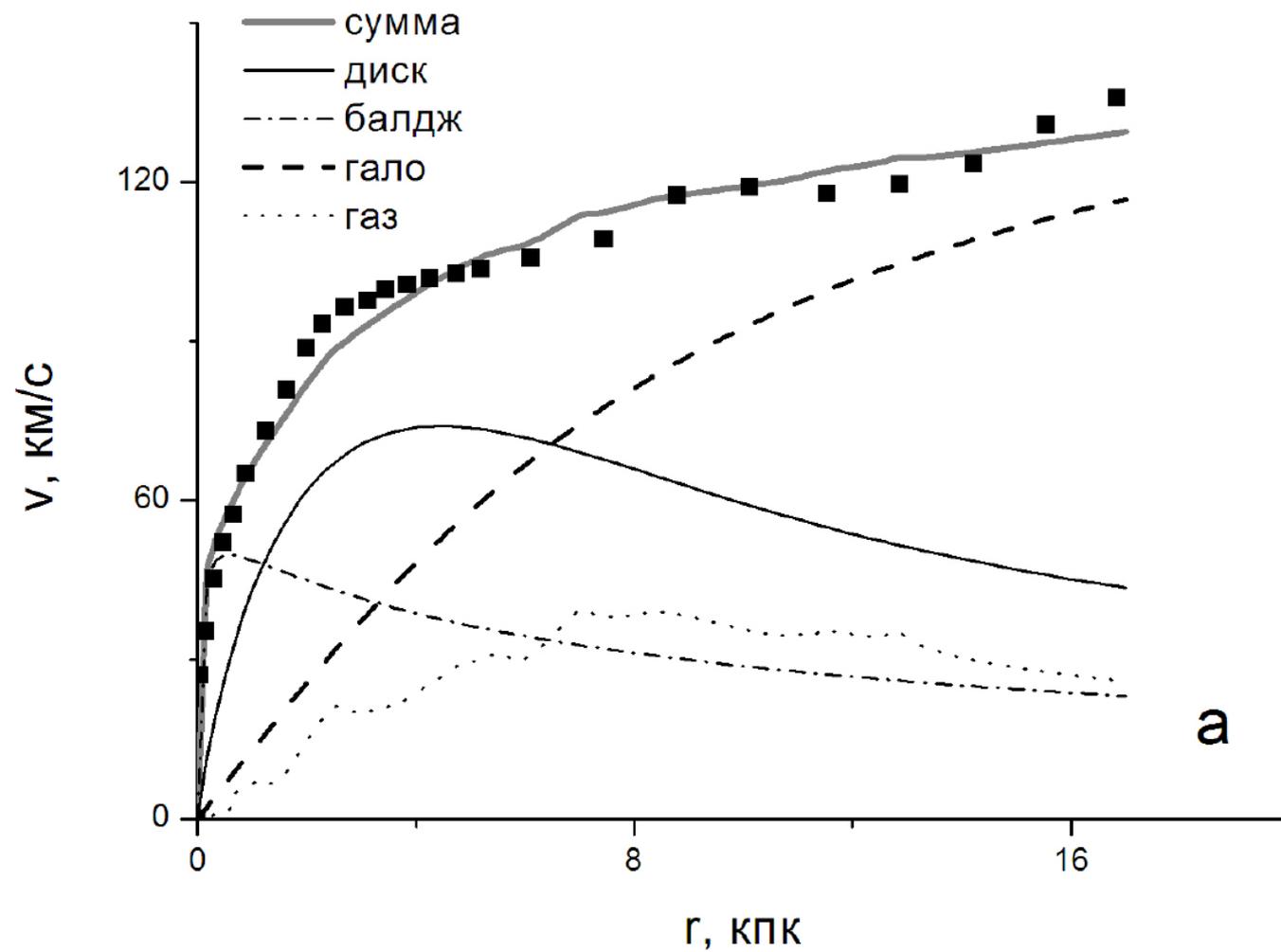
$V_{\text{halo}}^2$



# M33

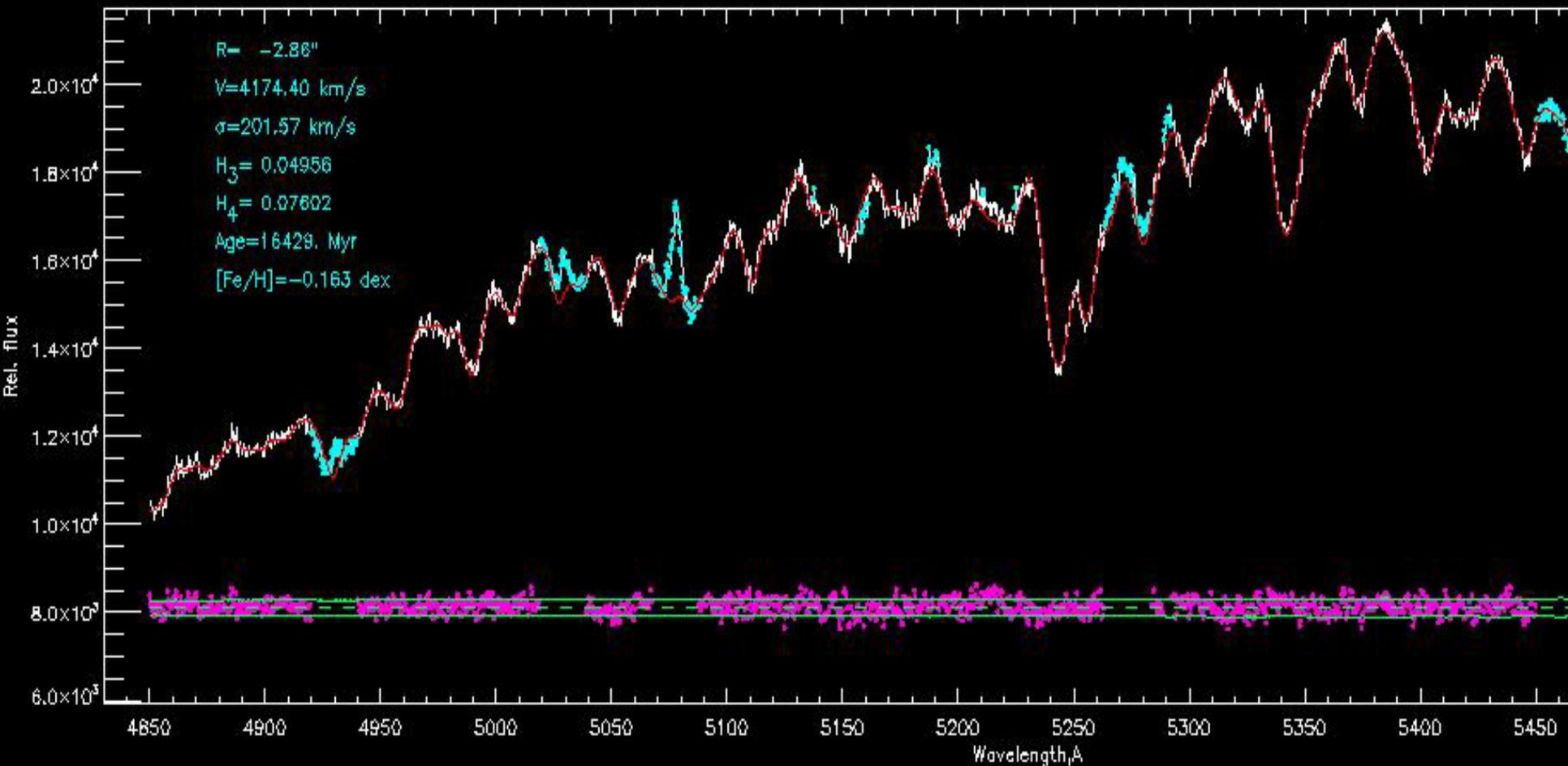


M33 rotation curve



a

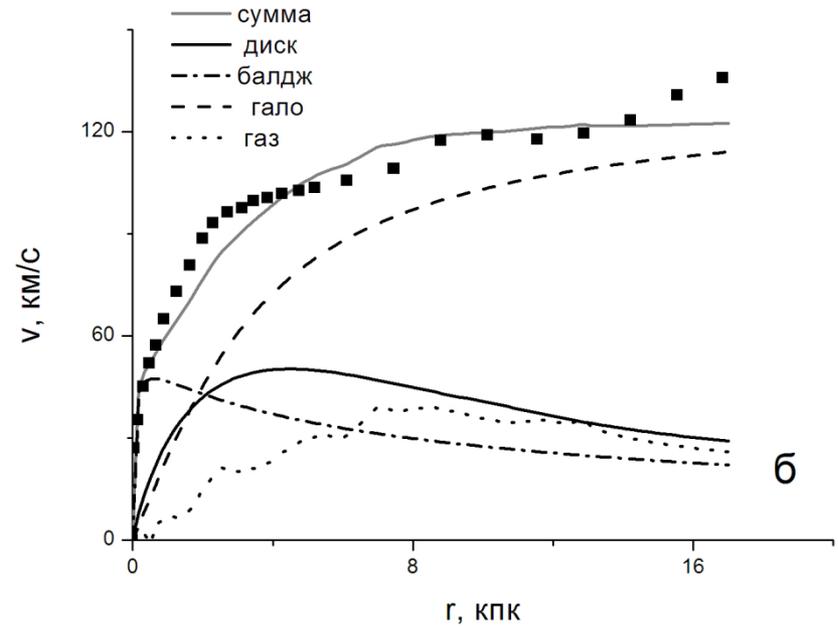
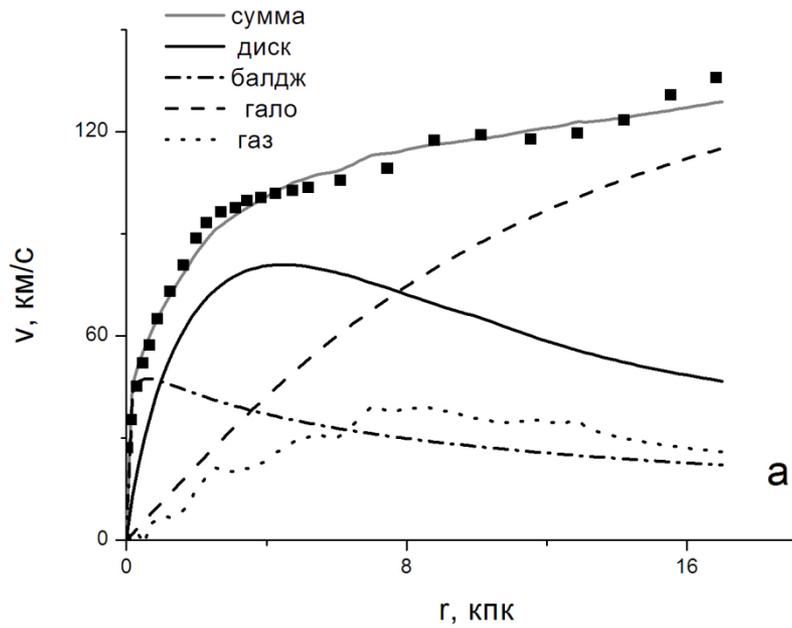
# NGC524 observed&model spectra



A comparison of model (red) and observed (green) spectra. Bottom: "O-C"

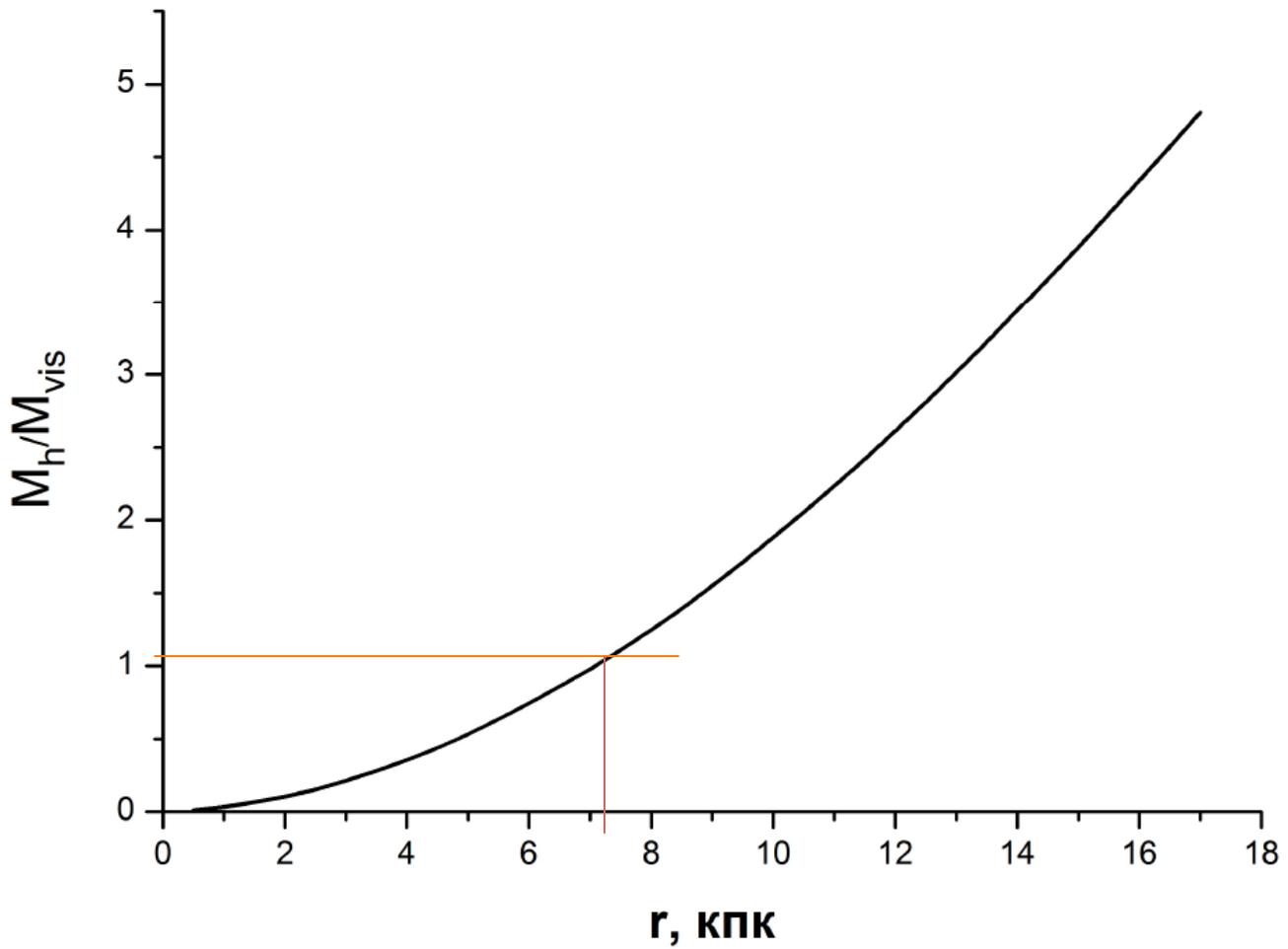
## Модель максимального диска

## Модель минимального диска



$$M_{halo}/M_{disc}$$

Max.disc		Min.disc	
R=8 к п к	R=17 к п к	R=8кпк	R=17кпк
1.4	6.2	6.5	17



A Fabry–Pérot interferometer is made of two semi-transparent plates. The [interference](#) of light occurs due to the multiple reflections of light between the two reflecting surfaces.

