

Астрофизика

Та же физика, только на масштабах и временах Вселенной:

- плотность вещества варьируется от плотности межзвездной среды ($n \sim 10^{-3} \text{ см}^{-3}$) до плотности нейтронных звезд (ядерная плотность $\rho \sim 10^{14} \text{ г/см}^3$);
- температура вещества достигает 10^9 К и более ($\varepsilon \approx 10^5 \text{ эВ}$);
- регистрируются космические частицы («космические лучи», КЛ) с энергией до 10^{21} эВ , т.е. они приобретают энергию в специфических астрофизических процессах электро-магнитной и плазменной природы;

- все эти условия реализуются на пространстве порядка тысячи гигапарсек, Гпк (парсек - типичное расстояние между звездами в Галактике - $3.09 \cdot 10^{13}$ км) и на временах 14 миллиардов лет.
- на этих масштабах скорость света столь невысока, что можно «увидеть» эволюцию объектов Вселенной;

Задачи и перспективы

- проверка ОТО (смещение перигелия орбиты Меркурия, искривление оптического или радиоизлучения в гравитационном поле) пока для слабых гравитационных полей (для Солнца $\varphi/c^2 \approx 10^{-6}$; $\ll 1!$). Гравлинзы;
- всеволновая астрономия (... , в т.ч. нейтринная, гравитационно-волновая ...);
- расширяющаяся Вселенная. Как - с замедлением, с ускорением, пульсирующая?

- постоянны ли мировые постоянные?
- Вселенная: барионы - 4%
 - темное вещество - 22%
 - темная энергия - 74% («антитяготение»?)

Новая физика?

Основные заповеди современной астрофизики

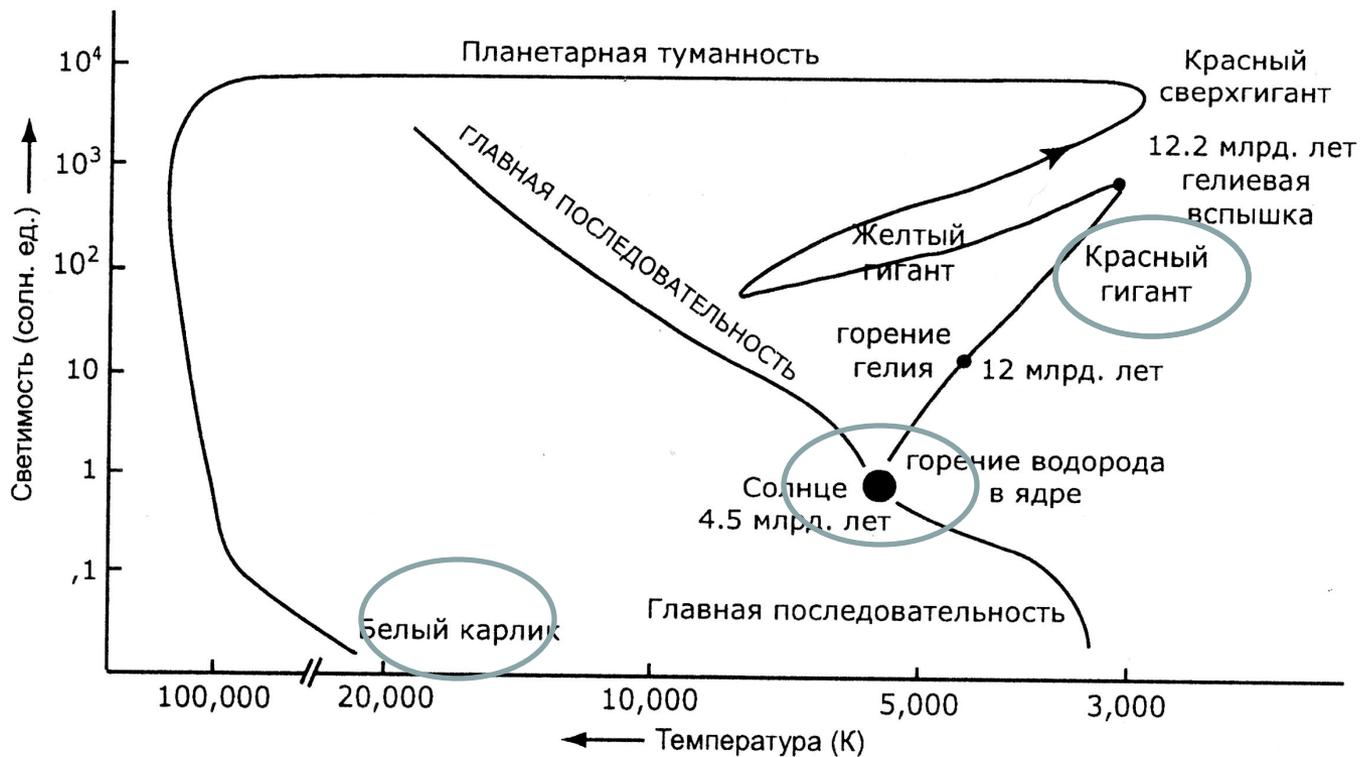
С.Б. Попов, ГАИШ МГУ

1. Солнце – рядовая звезда (одна из примерно 200-400 миллиардов) на окраине нашей Галактики системы из звезд и их остатков, межзвездного газа, пыли и темного вещества. Расстояния между звездами в Галактике обычно составляет несколько световых лет. Солнечная система простирается за орбиту Плутона (40а.е.) и заканчивается там, где гравитационное влияние Солнца сравнивается с влиянием близких звезд (~ 100 000а.е.).
2. Звезды продолжают образовываться в наши дни из межзвездного газа и пыли. В течение своей жизни и по ее окончании звезды сбрасывают часть своего вещества, обогащенного синтезированными элементами, в межзвездное пространство. Так в наши дни изменяется химический состав вселенной.



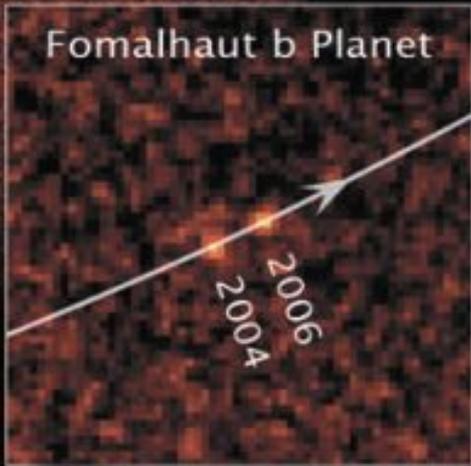
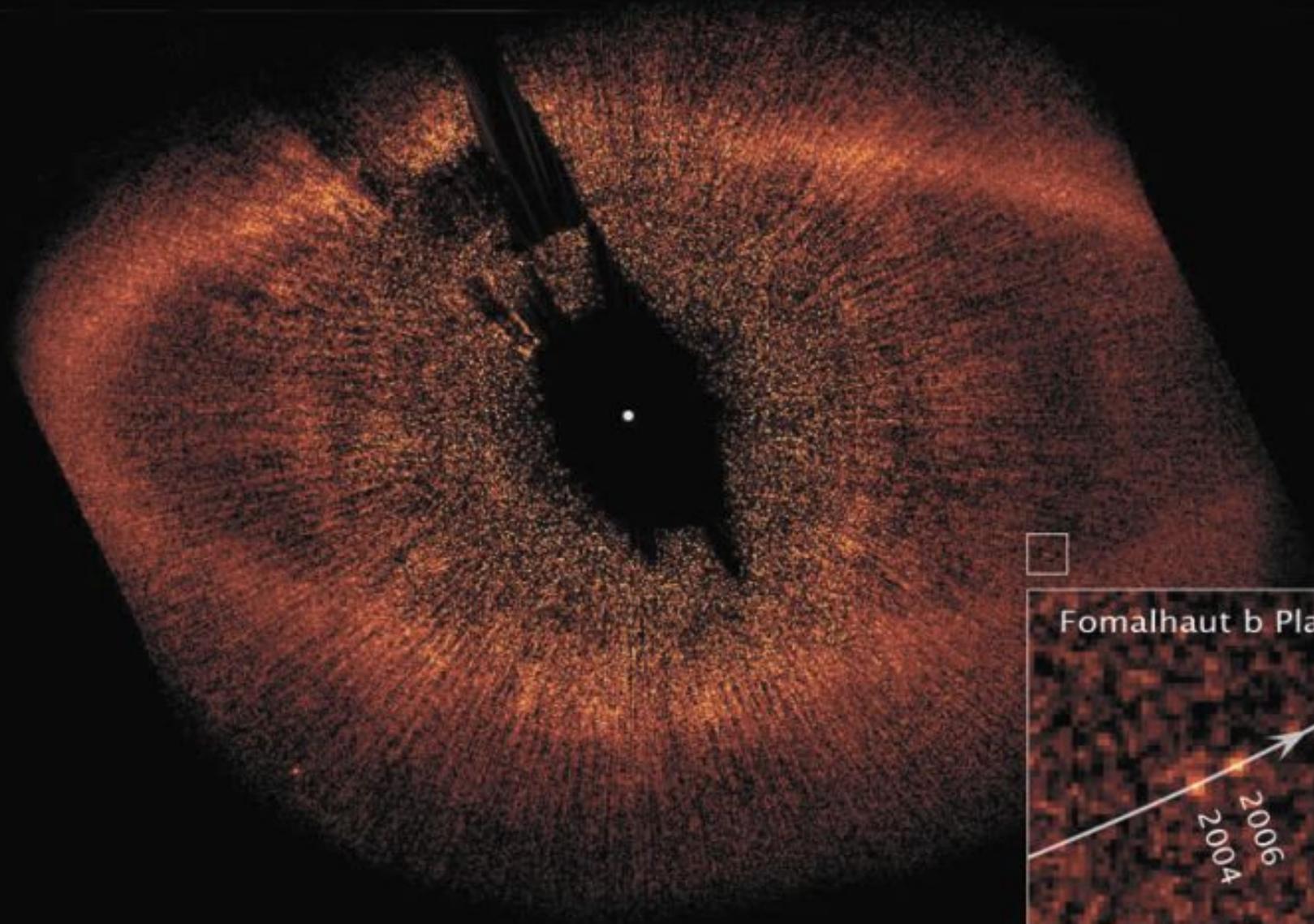
Область звездообразования NGC 3603

3. Солнце эволюционирует. Его возраст менее 5 миллиардов лет. Примерно через 5 миллиардов лет закончится водород в его ядре. Солнце превратится в красного гиганта, а затем в белого карлика. Более массивные звезды в конце жизни взрываются, оставляя нейтронную звезду или черную дыру.



4. Наша Галактика - одна из многих подобных систем. В видимой части Вселенной около 100 миллиардов крупных галактик. Они окружены небольшими спутниками. Размер галактики около 100 000 световых лет. До ближайшей крупной галактики около 2.5 миллионов световых лет. Планеты существуют не только вокруг Солнца, но и вокруг других звезд, их называют экзопланеты. Планетные системы не похожи друг на друга. Сейчас мы знаем более 1000 экзопланет. По всей видимости, многие звезды имеют планеты, но лишь малая часть может быть пригодна для жизни.





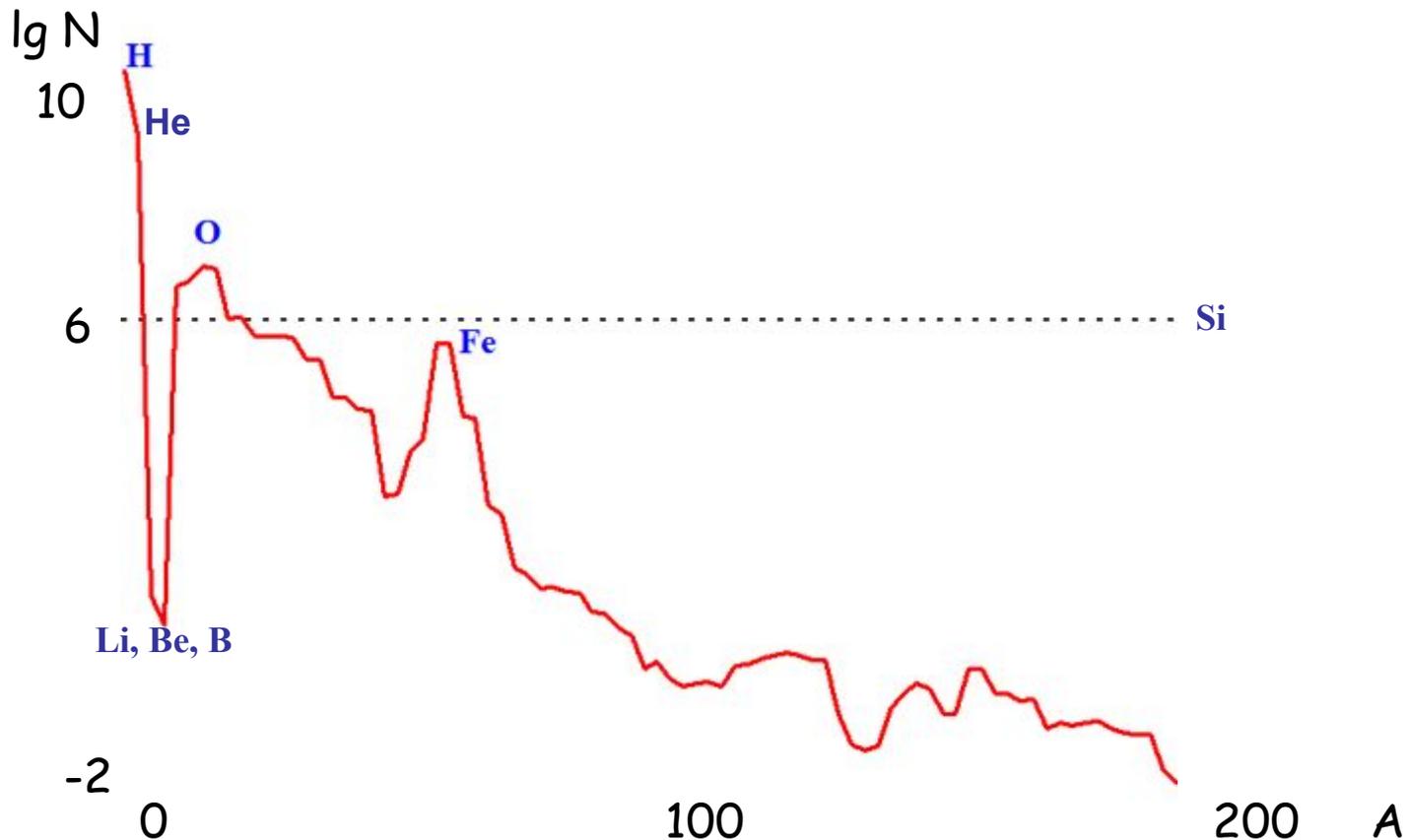
Fomalhaut b Planet

2004
2006

5. Мир, как мы его знаем, имеет конечный возраст чуть менее 14 миллиардов лет. Вначале материя была в очень плотном и горячем состоянии. Частиц обычного вещества (протоны, нейтроны, электроны) не существовало. Вселенная расширяется, эволюционирует. В ходе расширения из плотного горячего состояния вселенная остывала и становилась менее плотной, появились обычные частицы. Затем возникли звезды, галактики.

6. Из-за конечности скорости света и конечного возраста наблюдаемой вселенной нам доступна для наблюдений лишь конечная область пространства, но на этой границе физический мир не заканчивается. На больших расстояниях из-за конечности скорости света мы видим объекты такими, какими они были в далеком прошлом.

7. Большинство химических элементов, с которыми мы сталкиваемся в жизни (и из которых состоим), возникли в звездах в течение их жизни в результате термоядерных реакций, или на последних стадиях жизни массивных звезд во взрывах сверхновых. До образования звезд обычное вещество в основном существовало в виде водорода (самый распространенный элемент) и гелия.



8. Обычное вещество вносит вклад в полную плотность вселенной лишь порядка несколько процентов. Около четверти плотности вселенной связано с темным веществом. Оно состоит из частиц, слабо взаимодействующих друг с другом и с обычным веществом. Мы пока наблюдаем лишь гравитационное действие темного вещества.

Около 70 процентов плотности вселенной связано с темной энергией. Из-за нее расширение вселенной идет все быстрее. Природа темной энергии неясна.

