

致密天体

中国科学院高能物理研究所

易疏序

北京市57中天文课2015年6月9日

冰密度 $\sim 0.9\text{g/cm}^3$ (太阳平均密度) ¥0.02

钢密度 $\sim 8\text{g/cm}^3$ 6g ¥1

黄金密度 $\sim 19\text{g/cm}^3$ ¥2000

太阳核心密度 $\sim 150\text{g/cm}^3$ 112g $>¥2,0000$

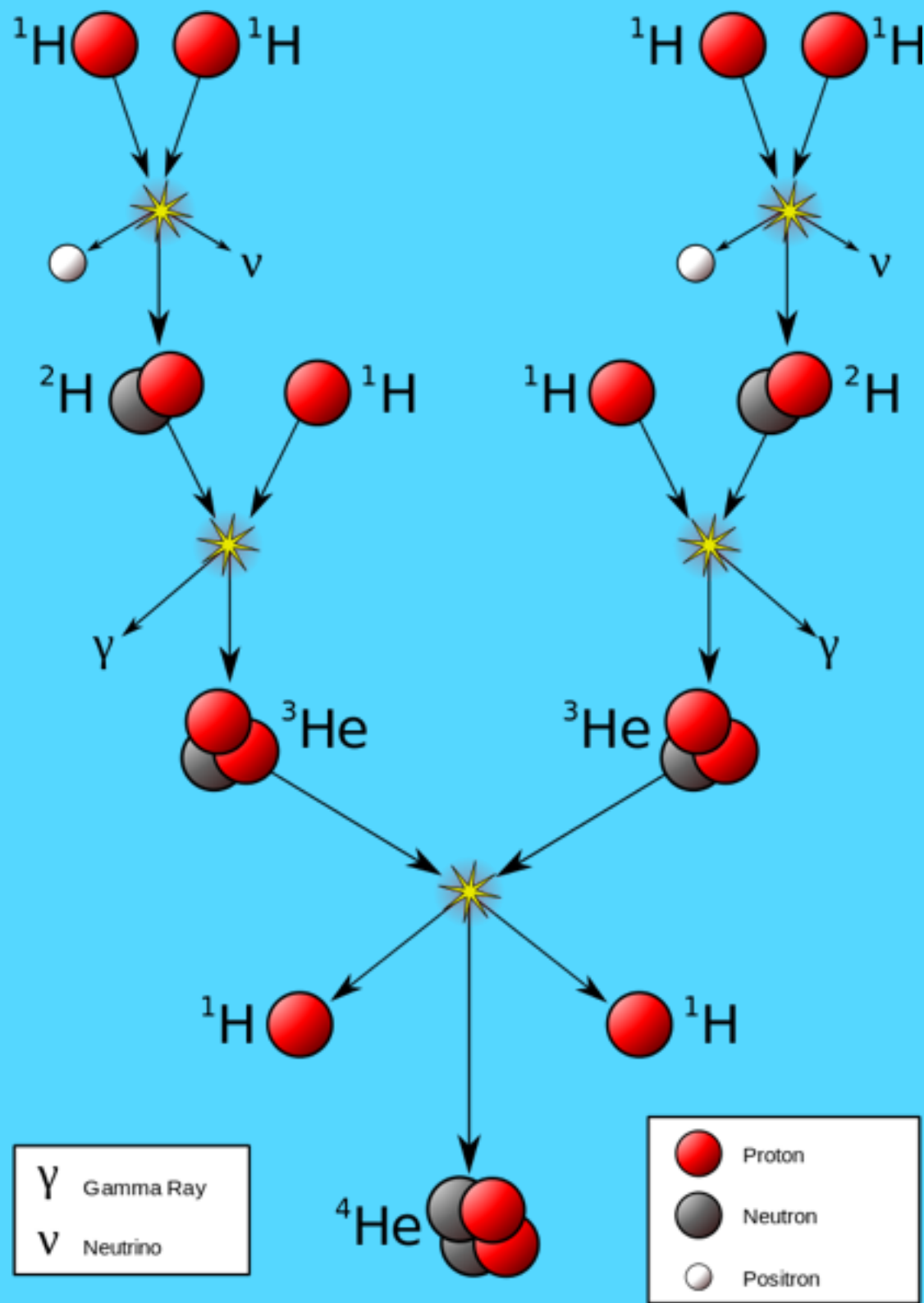
白矮星密度 $\sim 1,000,000\text{g/cm}^3$ 1000吨 $>¥2$ 亿 (马云的月工资)

中子星密度 ~ 1000 倍白矮星.....百万吨 - - 10艘航母

恒星级质量黑洞 $\sim 2、3$ 倍中子星

超大质量黑洞 \sim 水的密度!

白矮星



- 太阳后续的核反应序列



- 随着太阳内核温度增加，新的反应不断被触发

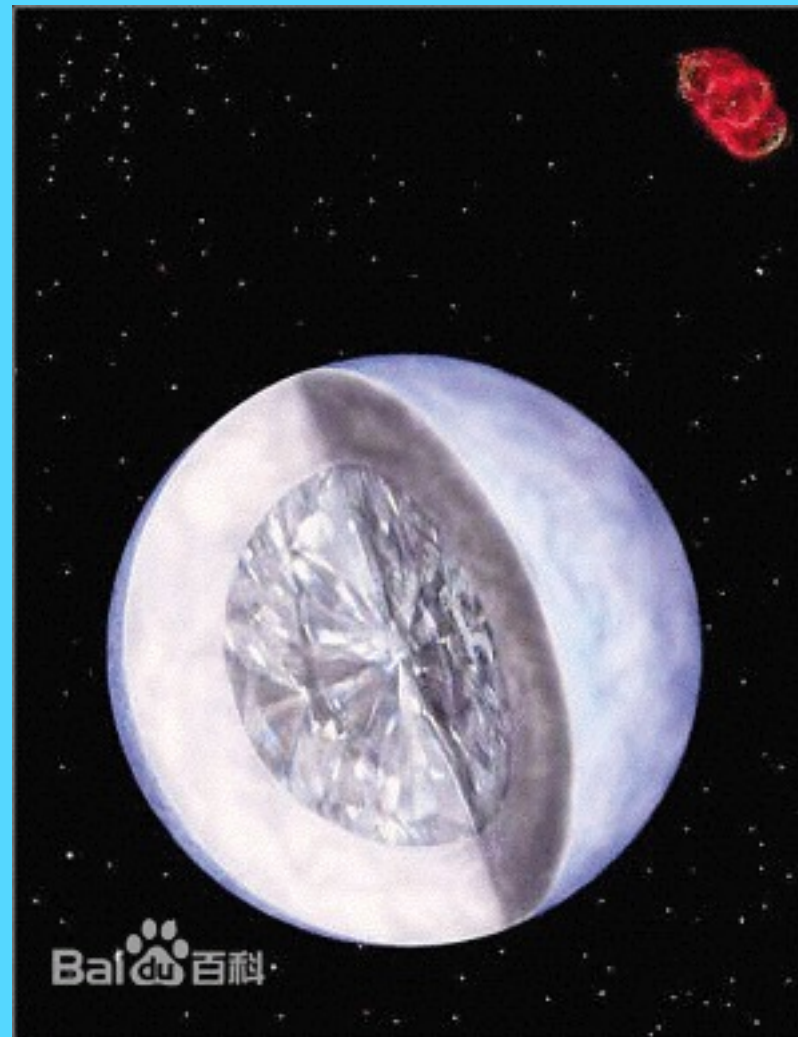
- 每触发一个新反应，就像多级火箭加速，太阳就会抛撒出一层外围物质。



等到太阳的核心变得全是碳和氧的时候，核反应就无法继续进行了，这是因为太阳的质量不够大，没法再提供继续反应所需要的压力了。

原子之间因为泡利不相容原理，无法靠近，因此无法发生进一步的核反应

白矮星 - 》 褐矮星



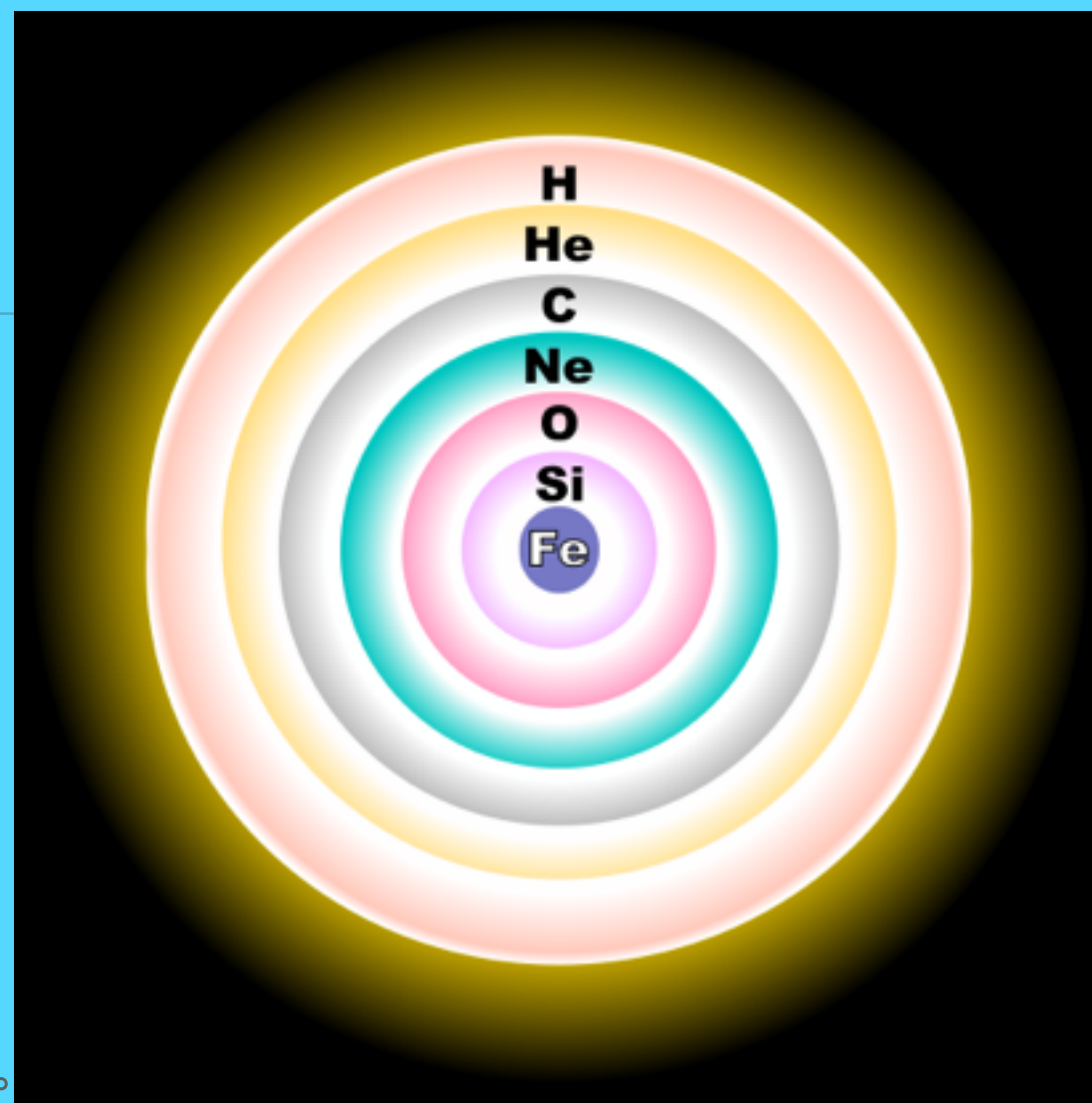
- 如果使劲积压一颗白矮星，会发生什么？
- 电子费米简并压无法抗衡收缩的趋势，原子核接触，核反应重新被触发！
- 整个白矮星被同时点燃，超新星爆发。（Ia型）
- 自然界中这种情况存在！白矮星双星系统。



- 白矮星核心不能承受之重：1.4倍的太阳质量（钱德拉塞卡质量极限）
- 任何质量达到1.4倍太阳质量的白矮星会发生Ia型超新星爆发
- 所有Ia型超新星的光度都是一样的，因此可以作为标准烛光，测距离。

大质量恒星

- 大质量恒星的核反应可以一直进行
 - Fe的结合能最低，因此Fe是核聚变反应的终点
 - 当所有核反应物质被消耗光，星体开始引力收缩
 - 核心密度大到电子被原子核中的质子捕获，
 - 发生逆beta衰变反应： $e^- + p \rightarrow n + \nu_e$
 - 核心出现大量中子，中子简并压阻止外部壳层进一步坍塌。
 - 外部壳层被反弹，爆炸。核塌缩型超新星。
-
- 反弹激波？



超新星1054与蟹状星云

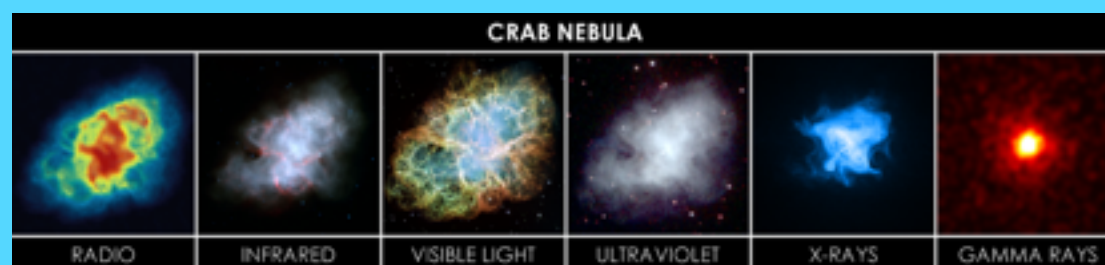


至和元年七月二十二日，守将作监致仕杨维德言：

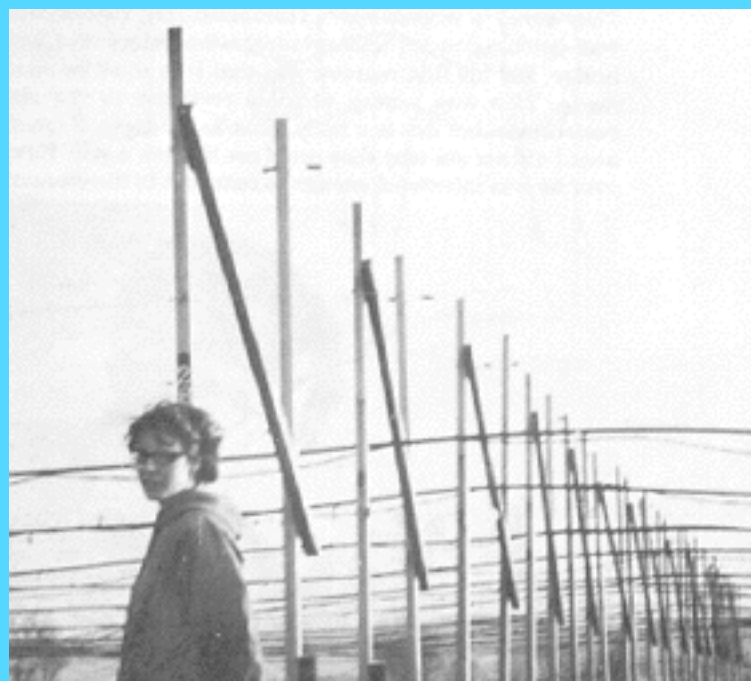
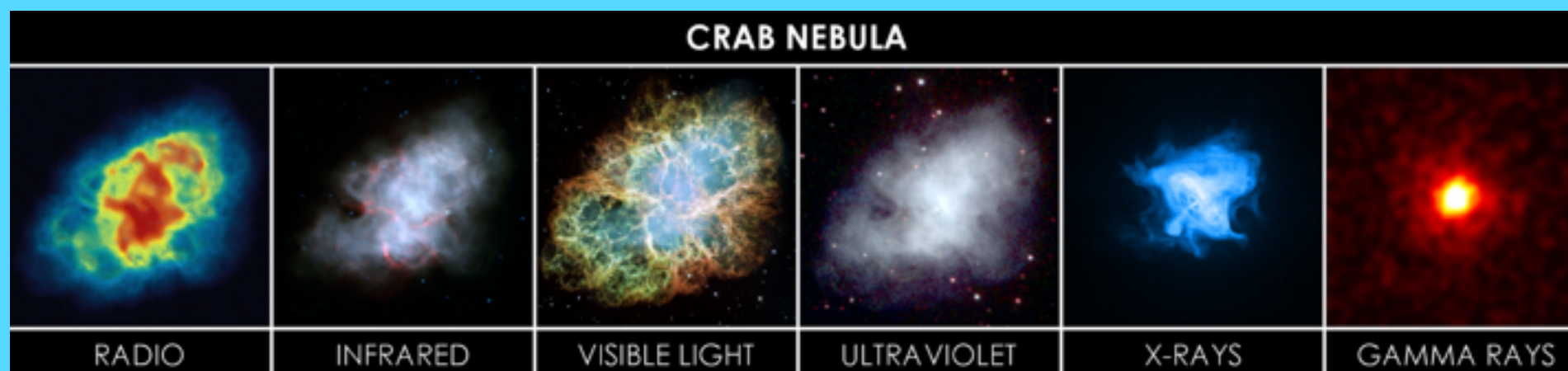
伏睹客星出现，其星上微有光彩，黄色。谨案《黄帝掌握占》云：

客星不犯毕，明盛者，主国有大贤。乞付史馆，容百官称贺。诏送史馆。嘉祐元年三月，

司天监言：客星没，客去之兆也。初，至和元年五月，晨出东方，守天关，昼见如太白，芒角四出，色赤白，凡见二十三日。



超新星遗迹中心天体？



脉冲星

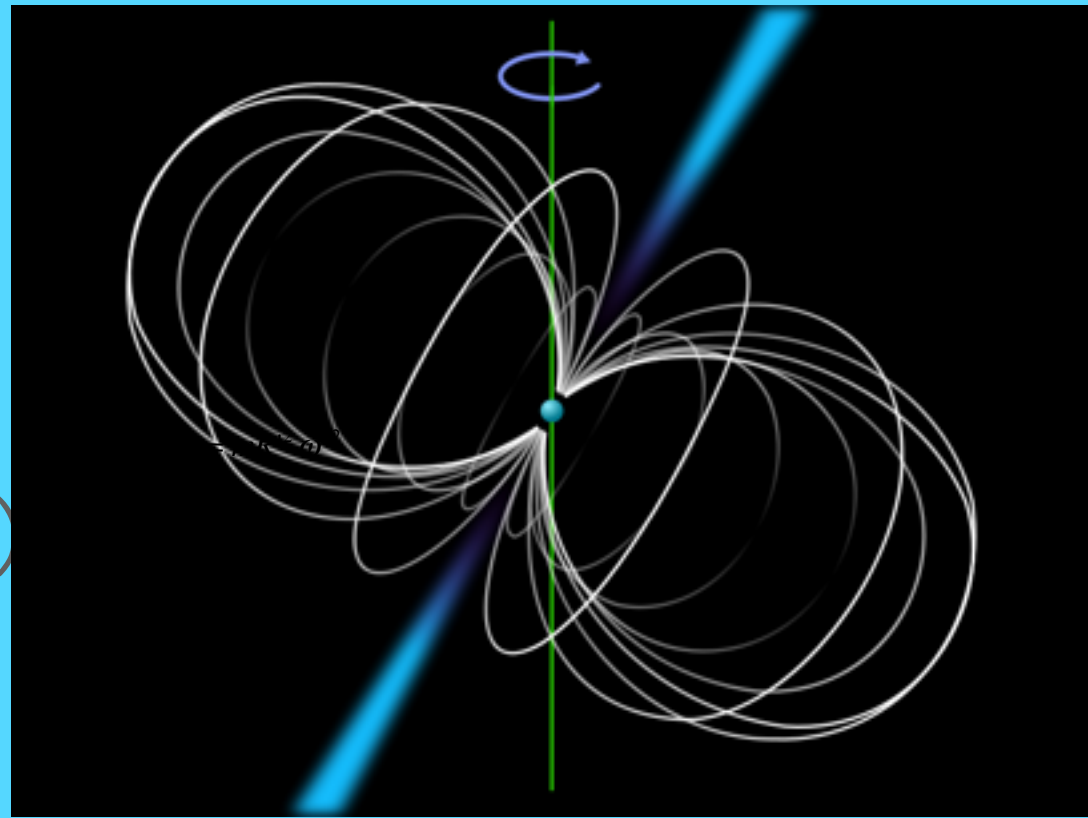
1967
1968

脉冲星（中子星？ 夸克星？）

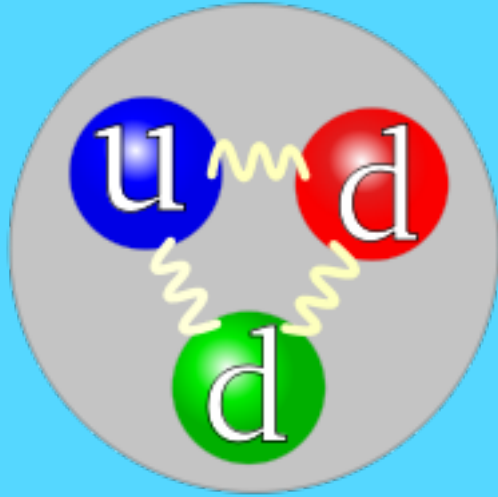
- 高速自转的宇宙灯塔
- 恒星收缩成的（中子星？）

$$mR^2\omega = mR'^2\omega'$$

- 半径收缩1000倍，自转加快100万倍

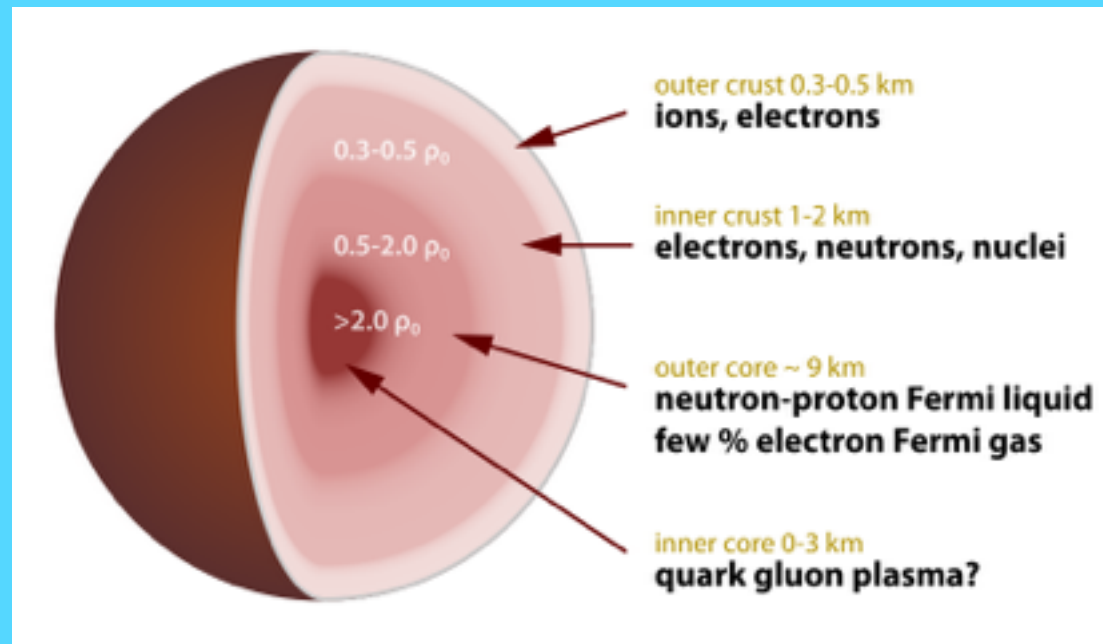


脉冲星？ 中子星？ 夸克星？ 奇异星？



脉冲星是现象，中子星
或者夸克星是对现象的猜想

不是所有中子星都是脉冲星

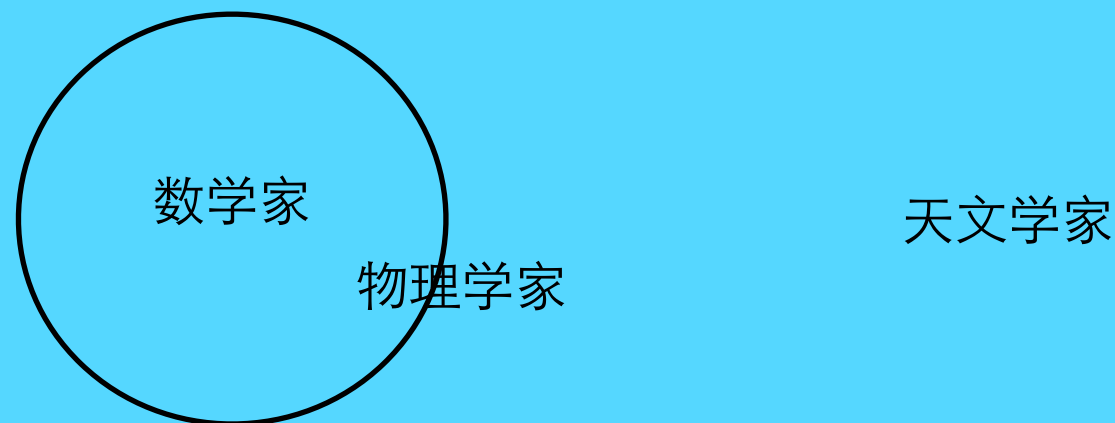


黑洞.....

数学家：一个没有大小，却有质量的东西（什么鬼）

物理学家：全部质量都在视界之内的东西
，视界是一个有去无回的鬼门关

天文学家：黑洞是一种质量很大体积很小的东西
能解释很多天文现象，具体是什么，我可管不着



黑洞

- 广义相对论vs万有引力定律
 - 时空几何vs“力场”
 - 测地线vs“牛顿第一定律 + 牛顿第二定律”
 - 时空？ 世界线， 光锥
-

■ 时空几何vs“力场”

- 牛顿万有引力认为，质量在空间中产生了一个“力场”，任何放置其中的有质量物体都会受到力的作用。因此物体的运动状态发生了改变。
 - 广义相对论认为，物体始终沿着时空中的测地线运动。只不过，由于质量分布的出现，时空的几何发生变化，导致原先的测地线不再是测地线，物体因此沿着新的测地线运动，因此运动状态发生了改变，看起来“好像是受到了力一样”。
-

黑洞

- 对周围时空极度的扭曲
 - 不可逾越的鸿沟 —— 视界（芝诺时间）
 - 天文中如何观测黑洞（黑洞双星，吸积盘）
 - 惯性系拖曳 —— 提取黑洞的转动能量，喷流
-