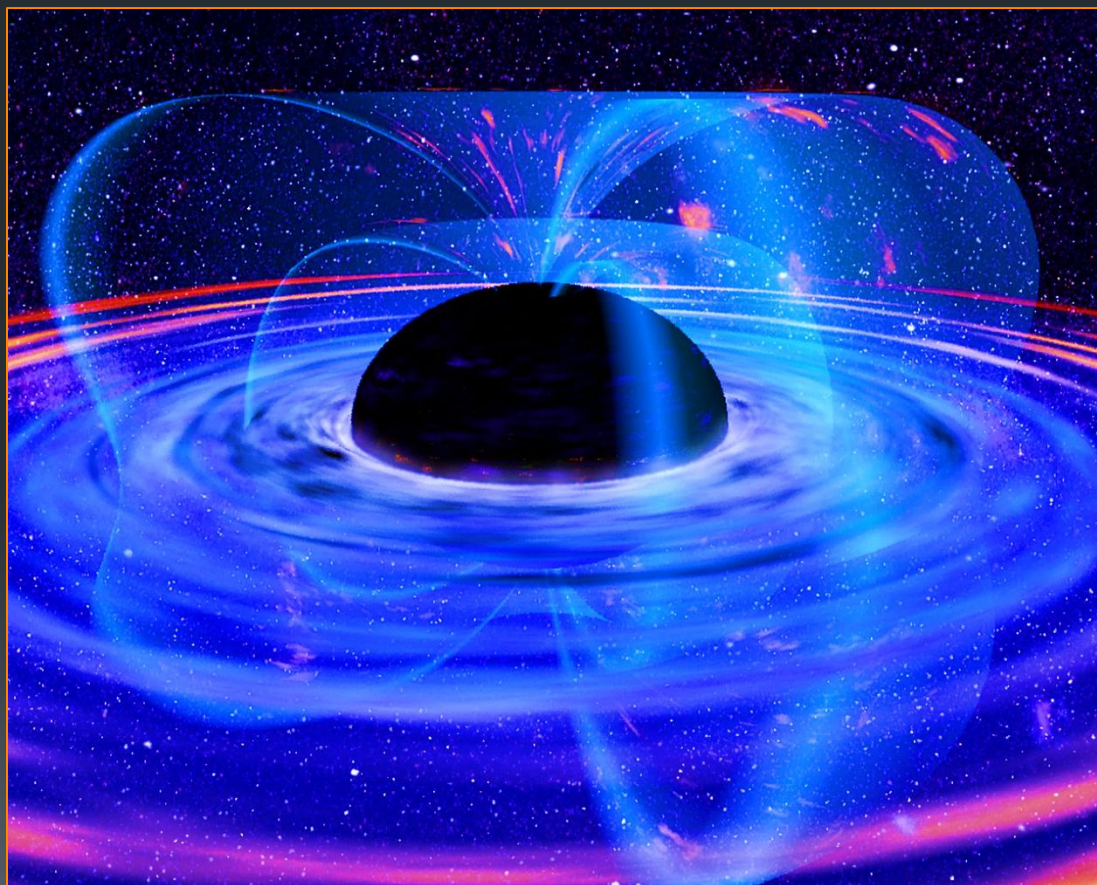


# Черные дыры



# Определение

- **Чёрная дыра** — область в пространстве-времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть её не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света, в том числе сам свет.
- Граница этой области называется горизонтом событий, а её характерный размер — *гравитационным радиусом*.



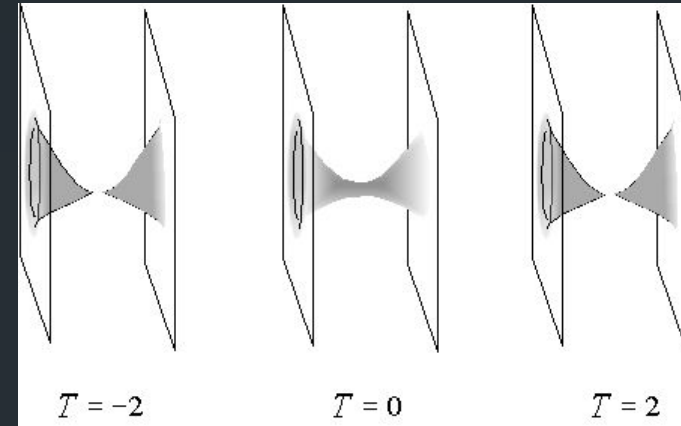
# Структура черной дыры

- Структура черной дыры выглядит чрезвычайно простой. Все ее внешние особенности связаны с неоднородностью исходной звезды, излучаются в виде гравитационных и электромагнитных волн. Образовавшаяся стационарная черная дыра «забывает» всю информацию об исходной звезде, кроме трех величин: **полной массы, момента импульса** (связанного с вращением) и **электрического заряда**



# Образование черных дыр

- Пока в недрах звезды происходят термоядерные реакции, они поддерживают высокую температуру и давление, препятствуя сжатию звезды под действием собственной гравитации. Однако со временем ядерное топливо истощается, и звезда начинает сжиматься. После чего она быстро уйдет под горизонт событий, став черной дырой.
- У сферической черной дыры массы  $M$  горизонт событий образует сферу с окружностью по экватору в два раза большей «гравитационного радиуса» черной дыры  $R_G = 2GM/c^2$ , где  $c$  – скорость света, а  $G$  – сила постоянного тяготения.



# Пространство и время

- Согласно общей теории относительности, пространство и время искривляются гравитационным полем массивных тел, причем наибольшее искривление происходит вблизи черных дыр.



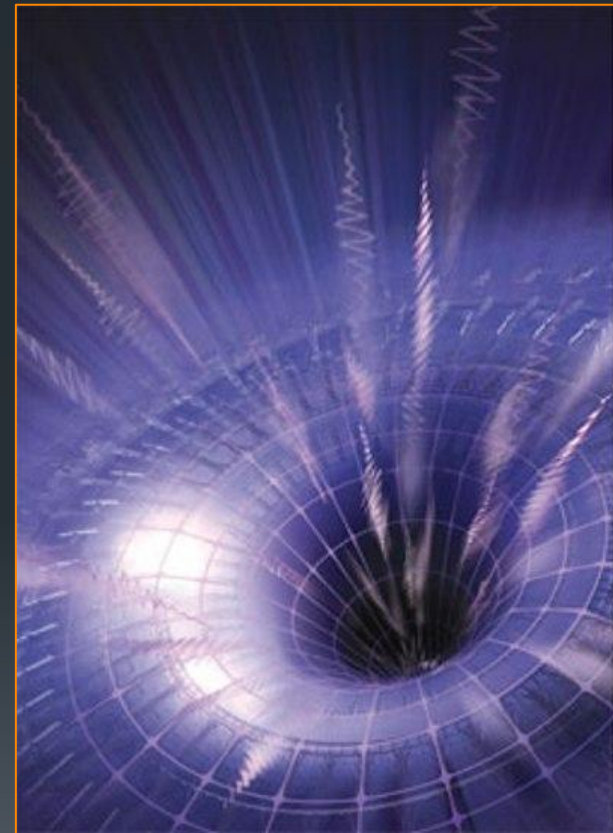
# Свойства черной дыры

- Дж. Бекенштейн в 1973 предположил, что черные дыры подчиняются тем же физическим законам, что и физические тела, испускающие и поглощающие излучение (модель «абсолютно черного тела»). Под влиянием этой идеи Хокинг в 1974 показал, что черные дыры могут испускать вещество и излучение, но заметно это будет лишь в том случае, если масса самой черной дыры относительно невелика.



# Сингулярность

- Расчет идеализированного сферического коллапса показывает, что за короткое время звезда сжимается в точку, где достигаются бесконечно большие значения плотности и тяготения. Такую точку называют «сингулярностью». Более того, общий математический анализ показывает, что если возник горизонт событий, то даже несферический коллапс приводит к сингулярности.



# Черные дыры сейчас

- Современная теория звездной эволюции и наши знания о звездном населении Галактики указывают, что среди 100 млрд. ее звезд должно быть порядка 100 млн. черных дыр, образовавшихся при коллапсе самых массивных звезд. К тому же черные дыры очень большой массы могут находиться в ядрах крупных галактик, в том числе и нашей.



# Поиск черных дыр


- Расчеты в рамках общей теории относительности Эйнштейна указывают лишь на возможность существования черных дыр, но отнюдь не доказывают их наличия в реальном мире; открытие настоящей черной дыры стало бы важным шагом в развитии физики.



# Исследования

- С 1970-х годов обнаружено несколько рентгеновских источников в двойных системах с явными признаками присутствия черных дыр. Самой перспективной считается рентгеновская двойная V 404 Лебедя, масса невидимого компонента которой оценивается не менее чем в 6 масс Солнца.





Спасибо за  
внимание