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 и кванты самого света). Все характеристики черной дыры определяются тремя параметрами: массой, зарядом и спином. Однако, к настоящему времени черных дыр, обладающих спином, обнаружено не было.

Типы черных дыр:

1. Черные дыры, образовавшиеся в результате гравитационного коллапса звезд. Для этого необходимо, чтобы масса звезды превышала 3 солнечных (1,99×1030 кг).
2. Активные ядра галактик – черные дыры массой от 106 до 1010 масс Солнца. Характеризуются низкой плотностью вещества. **[you can talk on matter density BEFORE BH formation]**Образуются либо из черных дыр *первого типа*,[ **?**] либо из газа, сколлапсировавшего в нейтронную звезду[NO, **please correct**]
3. Черные дыры средней массы – с массой от десятка до миллионов масс солнца.
4. Квантовые черные дыры – минимальная масса порядка 10−5 г, радиус — 10−35 м. Для описания используется теория квантовой гравитации.
5. Первичные черные дыры - о них речь пойдет ниже.**[better, give here brief definition]**
6. **Please, briefly mention here low scale gravity and BH formation at accelerators**

Первичные черные дыры образовывались во времена 10-23—10-5 с **[ ? correct, may be earlier and later]** после Большого Взрыва и в настоящее время носят статус гипотезы. Условие их образования – достаточной величины отклонения от однородности гравитационного поля и плотности материи.

Если в некоторой области возмущение метрики пространства изначально порядка единицы. Это означает, что расширение этой области отличается от темпа расширения остальной Вселенной. В достаточно малые времена она не является причинно связанной. Через время tгобласть оказывается внутри горизонта. Если возмущение метрики порядка единицы, то через время tг расширение сменяется сжатием. Плотность вещества во вселенной , плотность самозамыкания . Масса вещества в нашей области . Тогда гравитационный радиус в рассматриваемой области и . Т.о. градиенты давления не могут остановить сжатие.

Масса первичных черных дыр не ограничена снизу. Однако, от их массы зависит их время жизни: чёрные дыры с массой от 1015 до 1033 г могли бы доживать до настоящего времени и оказаться “живыми свидетелями” процессов, происходивших в те времена.

Зависимость от массы связана с испарением, т.н. излучением Хокинга. Несмотря на то, что в классической физике ничто не может выйти из-под горизонта событий черной дыры, квантовая физика допускает такую возможность: снаружи вблизи горизонта постоянно рождаются пары виртуальных частиц. Если энергия частицы будет положительной, а энергия античастицы будет отрицательной, то при падении в черную дыру последняя уменьшит ее энергию на соответствующую величину. **[please, correct]**Частица же оказывается способной улететь. Процессы испарения становятся центральными для первичных и квантовых черных дыр, для звездных**[style]** же данными процессами можно пренебречь. От массы зависит спектр излучения**[style]**:

и интенсивность испарения, которая растет с уменьшением массы черной дыры:

Первичные чёрные дыры с массой меньшей 1015,должны были уже распасться к настоящему времени, взорвавшись на последней стадии **[style, give more correct description]** – интенсивность на последней стадии нарастает лавинообразно. Время жизни описывается следующей формулой:

Вспышки при квантовом взрыве таких чёрных дыр **[style]** давали бы потоки у-квантов с энергией порядка 200 МэВ. Наблюдения на гамма-телескопах не дают указаний на подобные вспышки с нужными свойствами. С другой стороны, вероятность этого мала: можно определить возможную верхнюю границу плотности распределения первичных черных дыр. Если считать, что весь рентгеновский фон Вселенной является результатом взрывов черных мини-дыр, то из расчетов, проделанных Д. Н. Пэйджем, а также С. Хокингом и Г. Ф. Шаплэном, следует, что плотность дыр— при условии, что они сосредоточены в галактиках — не может превышать 300 млн. единиц на 1 (св. год)3. Если же первичные черные дыры распределены во Вселенной равномерно, то соответствующая цифра уменьшается до 300 единиц— это и есть верхняя граница плотности первичных дыр. Существующие или строящиеся сейчас новые детекторы гамма-излучения способны зафиксировать отдельный взрыв на расстоянии не более 1 св. года. **[style, plese use scientific not popular terms]**

Другая возможность обнаружения мини-дыр **[ ? define this term]** состоит в том, чтобы в качестве детектора гамма-излучения использовать атмосферу Земли. Высокоэнергетическое гамма- излучение, попадая в атмосферу, вызывает вторичное излучение, которое в принципе может наблюдаться с поверхности Земли в виде вспышек света. Результаты экспериментов Н. А. Портера и Т. К. Викеса (Дублинский университет) говорят о том, что в нашей части Галактики в течение столетия в объеме 1 (св. год)3 может происходить не более 2 взрывов первичных черных дыр. Д. Фегон и С. Данахер (также из Дублинского университета) предложили использовать 5500 зеркал самой большой в мире солнечной энергетической установки фирмы “Сандиа лабораторис” (шт. Нью-Мексико) для ночного поиска атмосферных вспышек, вызванных излучением взрывающихся первичных черных дыр. . **[style, plese use scientific not popular terms]**

Более перспективным кажется метод, предложенный в 1977 г. Рисом. Он показал, что частицы, высвобожденные в процессе взрыва мини-дыры, должны взаимодействовать с магнитным полем Галактики, формируя импульсы линейно поляризованного радиоизлучения, которые на сегодня зарегистрировать гораздо легче, чем импульсы гамма-излучения космического происхождения. При оптимальных условиях современные радиотелескопы свободно могли бы обнаружить такие взрывы на расстояниях вплоть до центра Галактики, а гигантский радиотелескоп в Аресибо (Пуэрто-Рико) в принципе способен детектировать одиночные взрывы мини-дыр даже в туманности Андромеды! Конечно, этот вывод основывается на многих допущениях, однако данный путь исследования пока представляется самым многообещающим. Из предварительного анализа результатов обзора неба в радиодиапазоне, проведенного в 1977 г. У. П. С. Мейклом, следует, что в 1 (св. год)3 за 3 млн. лет может случиться максимум один взрыв первичной черной дыры. Этот предел в сотни тысяч раз выше предела чувствительности современных детекторов гамма-излучения.

Наконец, существует исчезающе малая вероятность непосредственной встречи черной дыры.

Обнаружение первичных чёрных дыр представляет особенный интерес в связи с тем, что так как число и спектр масс первичных чёрных дыр тесно связаны со спектром начальных неоднородностей и уравнением состояния на ранних этапах, то появляется привлекательная возможность получения весьма ценной информации о состоянии вещества при сверхвысоких температурах и давлениях и о строении Вселенной в крайне отдалённом прошлом . **[style]** (фотонное излучение позволяет непосредственно судить о свойствах Вселенной в момент отрыва излучения от вещества (во времена ~10-12 с). Также это может дать информацию для изучения явления испарения чёрных дыр.

**It would be useful to follow your plan and add the missed points**