

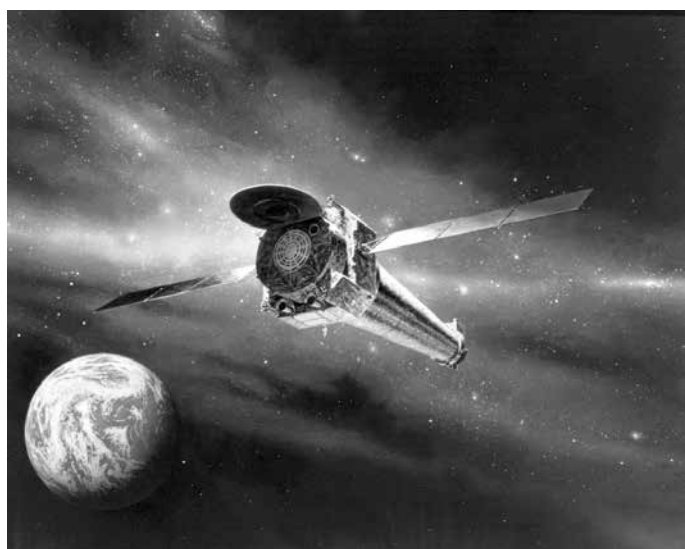
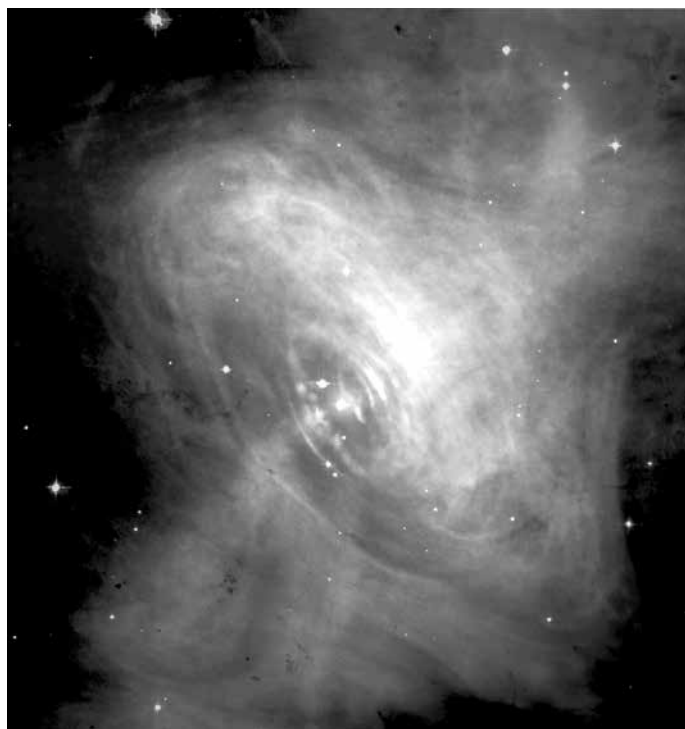
Рентген В НОВОМ ВЕКЕ

Рентгеновское излучение — это электромагнитные волны, как и обычный свет. Со светом работают, преломляя, отражая, поглощая, рассеивая и другими методами. Скажем, линзы и призмы — это прежде всего преломление. С рентгеном так не выйдет — он хорошо поглощается и плохо преломляется. Однако оказывается, что если ограничиться элементами с малыми атомными номерами до 12–14 и исхитриться сделать линзу с радиусом кривизны один микрон и менее, то рентгеновское излучение можно сфокусировать. Материалы: кремний, алмаз, полимеры, стеклоуглерод. Прочитать об этом можно в журнале «Успехи физических наук» (2008, 1, 61). Здесь и далее — все журналы выложены открыто на своих сайтах, а годы, номера и страницы указаны на тот случай, если вам захочется посмотреть сами статьи.

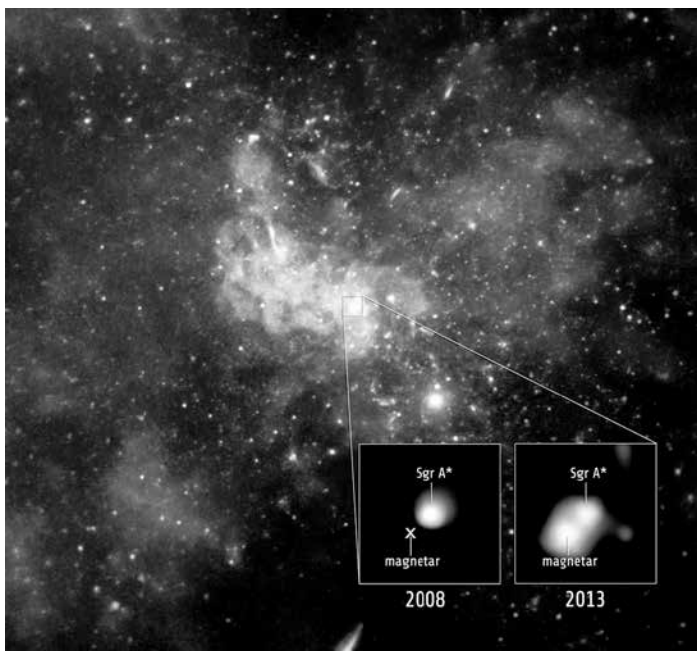
Для получения больших токов эмиссии используют автоэлектронные и взрывные катоды. Первые используют автоэлектронную эмиссию, при которой электроны покидают катод, туннелируя сквозь потенциальный барьер, суженный электрическим полем высокой напряженности. Напряженность поля усиливается на вершинах тонких выступов — нитей, вискеров, нанотрубок, лезвий, пленок и т. п. Взрывная эмиссия — следующая стадия: этот выступ нагревается протекающим током, испаряется, пар ионизируется и из плазмы полем вытягивается ток эмиссии. Для большинства применений важно, из каких областей катода идет ток. Можно было бы направить поток электронов на люминесцентный экран, просто увидеть его распределение на экране и по нему рассчитать распределение на катоде. Но плотности токов при авто- и взрывной эмиссии таковы, что экран придется менять после каждого импульса. Есть решение — сделать анод просто металлическим и массивным, но фотографировать рентгеновское излучение, которое возникает при торможении потока электронов на аноде («Письма в Журнал технической физики», 2008, 14, 1).

Вот другая, тоже плазменная ситуация. Для многих исследований требуется источник рентгеновского излучения малого размера. Например, он нужен всегда, когда мы хотим сфотографировать в рентгеновских лучах что-то очень маленькое. Самые маленькие мощные источники получаются из импульсного дугового разряда, сжатого своим собственным магнитным полем (Z-пинч). Излучающая область имела диаметр 7 мкм и длину 17 мкм. И через эти микроны шел, летел... трудно подобрать слово... ток более 200 кА. Такой источник позволяет исследовать объекты толщиной от микрона до миллиметра с пространственным разрешением 10 мкм и временным — 2 нс («Журнал технической физики», 2010, 11, 73).

Рентгеновская интерферометрия — относительно новое направление в современной экспериментальной физике. Со дня своего возникновения метод продемонстрировал уникальные возможности в различных областях изучения конденсированных сред: при измерении фундаментальных физических констант, оптических констант в области жесткого рентгеновского излучения, прецизионном измерении параметра кристаллической решетки и изучении структурных дефектов в монокристаллах. Такой интерферометр может служить «ангстремной линейкой», используемой в метрологии.



Изображение Крабовидной туманности получено совмещением двух изображений: оптического — с телескопа «Хаббл» и рентгеновского — с телескопа «Чандра»



Область вокруг черной дыры в центре нашей Галактики. Изображение с телескопа «Чандра». Вставка — центр крупным планом, изображения 2005–2008 годов, когда магнетар (нейтронная звезда с весьма сильным магнитным полем) не был обнаружен, и в 2013 году, когда он был обнаружен. Видимо, он гравитационно связан с ней



Синтезированное изображение горячей туманности вокруг звезды Вольфа-Райе HD 50896, синий — рентгеновское изображение от «ХММ-Ньютон», красный — оптический, линия H-альфа зеленый — линия [O III].

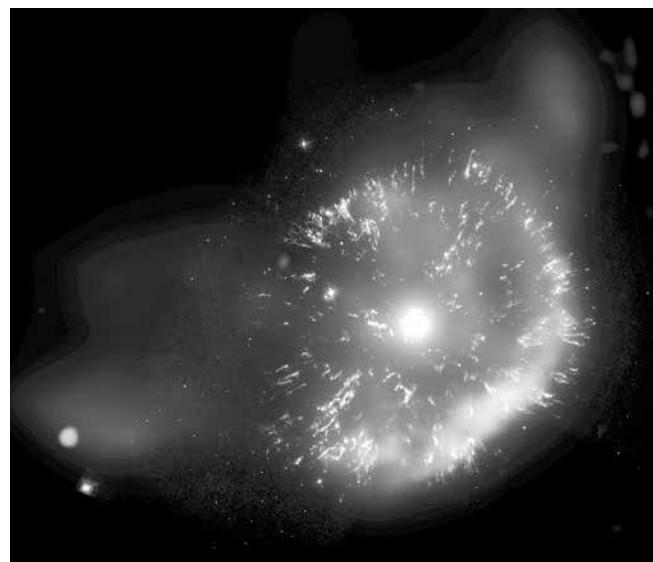
О состоянии всех направлений метода рентгеновской кристаллической интерферометрии можно прочитать в журнале «Успехи физических наук» (2014, 1, 1217).

Для чего только не применяют рентгеновское излучение и в науке, и в технике! Причем если в науке от рентгеновских установок и приборов требуются иногда обычные значения параметров, а часто и рекордные, то в технике среди важных свойств оказываются надежность, неприхотливость, не слишком большая стоимость, малые габариты. Малогабаритным рентгеновским трубкам посвящен обзор в журнале «Успехи физических наук» (2013, 7, 727), где рассказано и об истории открытия, и о применениях.

А теперь перейдем к космическим объектам. Два механизма работы сверхъярких рентгеновских источников — аккреция вещества на черные дыры промежуточных масс (более 100 масс Солнца) и аккреция в сверхэддингтоновском, то есть



НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР



Последствия взрыва сверхновой GK Персея — туманность Фейерверк. Синтезированное изображение — рентгеновское серым от «Чандра», оптическое от Хаббла и в радиодиапазоне (0,7–400 см) от VLA. Рентгеновское излучение от горячего газа, радиоизлучение от электронов, оптическое — от материи, выброшенной при взрыве.

очень быстром, режиме на черные дыры существенно меньших, звездных масс. Часть источников излучает по первому механизму, как Скорпион X-1 в галактике M82, а некоторые — по второму, как P 13 в галактике NGC 779311. Объект P 13 — это двойная система с периодом обращения 64 суток, сверхгигант с массой 18–23 масс Солнца и черная дыра. В результате нескольких лет наблюдений с помощью рентгеновских и оптических телескопов и построения моделей показано, что масса черной дыры составляет не более 15 масс Солнца, то есть это рентгеновский источник с черной дырой звездных масс, и его рентгеновская светимость примерно в два раза превышает эддингтоновскую («Успехи физических наук», 2015, 1, 112).

Вообще же, если посмотреть вверх — давайте это иногда делать, хорошо? — то можно при хорошей фантазии увидеть не только небо в рентгеновских источниках, но и космические рентгеновские телескопы «Чандра» и «Ньютон». А какой праздник будет у космологов в 2028 году, когда полетит «Афина»... Большую, очень большую часть знаний о той Вселенной, которая нам досталась, мы имеем благодаря рентгеновской астрономии. Представление об этом можно получить, обратившись к обзору в журнале «Успехи физических наук» (2013, 7, 752).

Л.Намер