

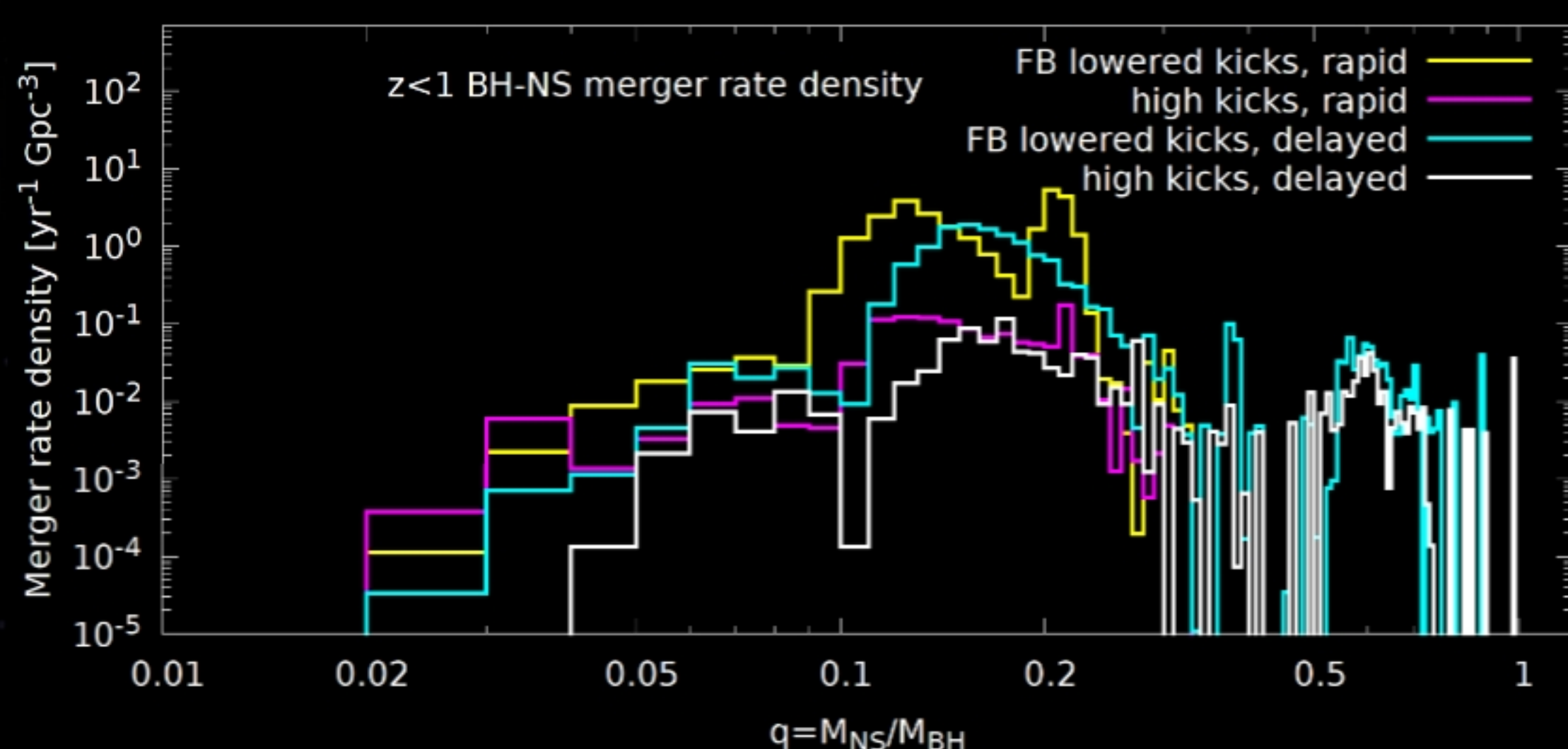
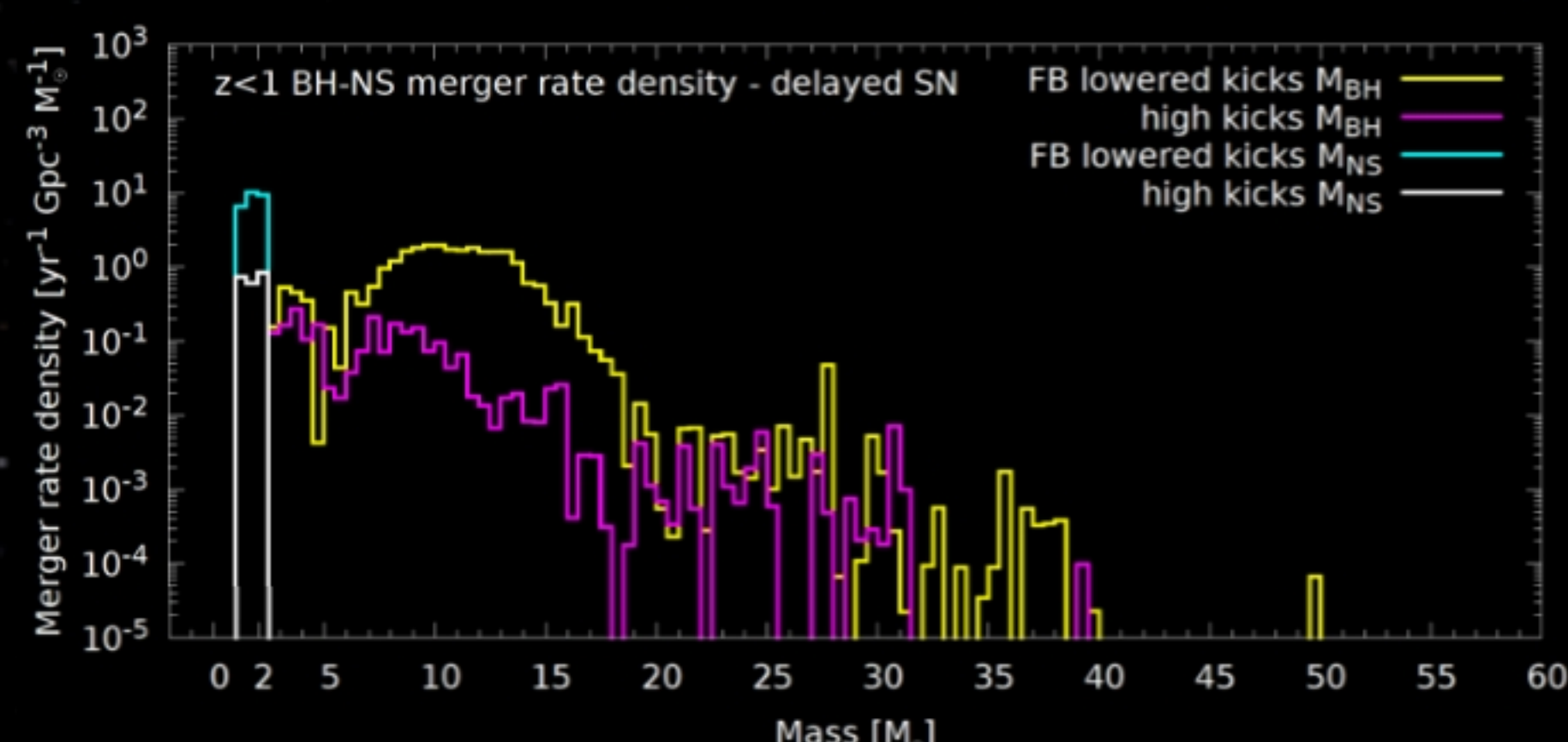
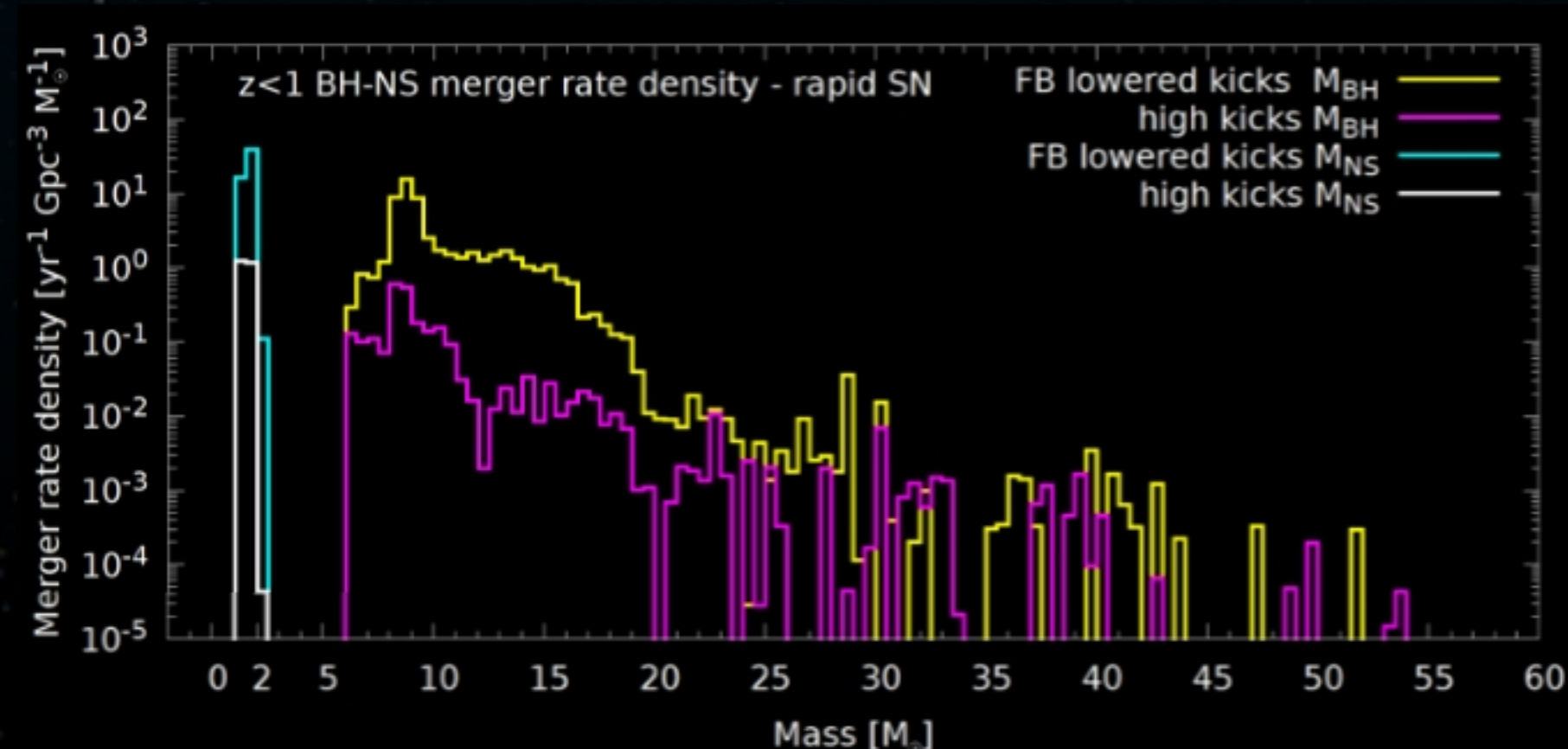
Pierwszy mass gap

Pierwszy mass gap jest obszarem mas $\sim 2-5 M_{\odot}$, w którym zgodnie z obserwacjami rentgenowskich układów podwójnych nie ma obiektów zwartych: czarnych dziur lub gwiazd neutronowych.

Ten efekt można odtworzyć, bądź uzyskać ciągły rozkład mas stosując w symulacjach różne modele wybuchów supernowych. Układy BH-NS z obydwoma składnikami w mass gapie mają stosunek mas M_{NS}/M_{BH} równy 0.4 lub wyższy.

Na częstość złączeń BH-NS wpływa wiele czynników. Jednym z nich jest efektywny "odrzut" (nawet $>240 \text{ km/s}$), jaki otrzymuje nowo powstały obiekt zwarty po wybuchu supernowej. W niektórych przypadkach może dojść do rozerwania systemu.

Przewidywania z modeli wskazują, że złączenia BH-NS, z których detektory LIGO/Virgo wykryłyby fale grawitacyjne zdarzają się z częstotliwością 0.7/rok. Są to wydarzenia z lokalnego Wszechświata, o przesunięciu ku czerwieni $z < 0.1$. Do 51% z nich może zawierać co najmniej jeden składnik z mass gapu. Nie więcej niż w 31% wszystkich złączeń BH-NS wykrywalnych przez LIGO/Virgo może dojść do emisji kilonowej.



Ekstremalne systemy

Umownie nazywamy tak układy podwójne, w których stosunek mas składników jest większy niż 20:1. Systemy BH-NS mogą być bardziej ekstremalne od ich odpowiedników: BH-BH, lub NS-NS.

W modelach możliwe jest wytworzenie układów $56+1.3 M_{\odot}$. Do powstania tak różnych masowo składników potrzebna jest duża początkowa separacja (ponad 33 AU) oraz już znacząco odbiegające od siebie masy na ZAMSie: $124+16 M_{\odot}$. Najbardziej ekstremalne układy, jakie mogłyby być wykryte przez LIGO/Virgo: $39+1.3 M_{\odot}$, powstają w podobny sposób. To, czy złączenie będzie mogło zostać wykryte, oprócz siły sygnału zależy też od parametrów orbity powstałych obiektów zwartych.

Kilonowe

W pewnych warunkach podczas złączenia BH-NS, gwiazda neutronowa może zostać rozerwana przez siły pływowe czarnej dziury jeszcze poza jej horyzontem zdarzeń. Wyrzucona materia (do $0.2 M_{\odot}$) może stać się źródłem promieniowania elektromagnetycznego związanego z rozpadem cząstek radioaktywnych powstałych w procesie-r.

Scenariusz rozpadu gwiazdy neutronowej częściej zachodzi dla mało masywnych czarnych dziur oraz gwiazd neutronowych o wystarczająco niskim parametrze zwartości. Złączenia porównywalnych masami składników są najlepszymi kandydatami do wykrycia kilonowych. Do 90% złączeń BH-NS wykrywalnych przez LIGO/Virgo, w wyniku których można spodziewać się emisji kilonowej, składa się z obu składników z mass gapu. Natomiast mniej niż 24% złączeń, w efekcie których może powstać kilonowa, nie zawiera żadnego składnika z tego obszaru.

Kilonowe powstałe z wykrywalnych złączeń BH-NS ($z < 0.1$) okazują się wystarczająco jasne, by dostrzec je przez naziemne teleskopy: w paśmie "o" (1260-1360 nm) są jaśniejsze niż +27 mag.

Do 0.7% wykrywalnych złączeń może powstawać z układów BH-NS o masach bardziej ekstremalnych, niż 30:1.

