

4.2.1 Pulsarlar

- ✓ 1967 de gökyüzünde kaydadeğer bir olay keşfedildi:

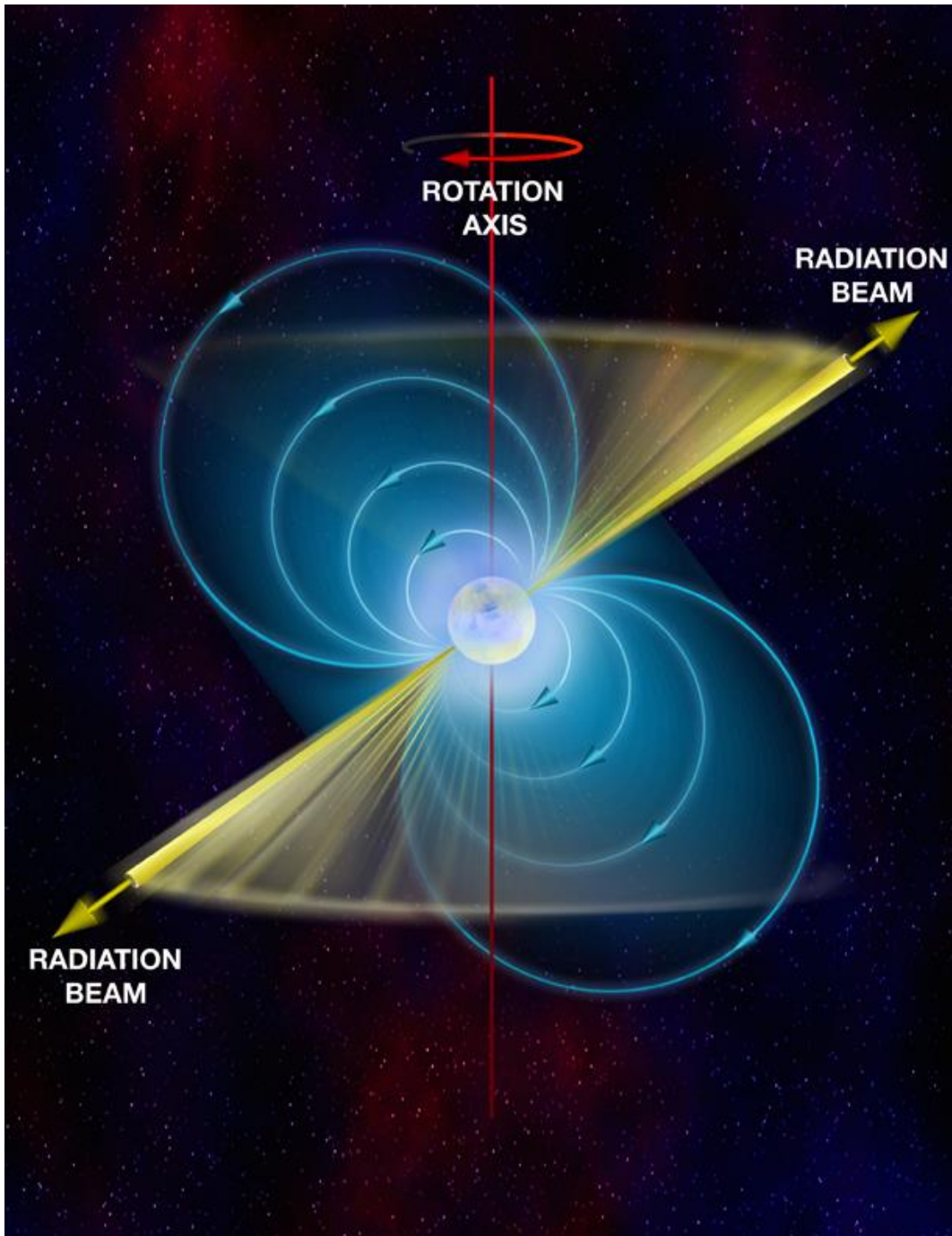
Bir yıldız yaklaşık 1 s dönemle puls gönderiyordu. Ardından, bundan bile daha hızlı değişimler sergileyen pulsarların varlığı farkedildi: saniyede 1000 puls gönderen milisaniye pulsarları.

Pulsarlar birkaç genel karakteristik sergiliyor:

- ✓ Dönemleri iyi tanımlanmıştır ki en iyi atomik saatlerin doğruluğuna meydan okur bu dönemler.
- ✓ Dönemleri 4.3 s den 1.6 milisaniye (hatta daha azına) ye varan bir aralıktadır.
- ✓ 1.6 ms lik bir dönem saniyede 640 dönmeye karşılık gelir: yani 20 km genişliğinde bir cisim bir blender kadar hızlı dönüyor!!
- ✓ Bir pulsarın dönemi zamanla yavaşça azalır. Bu azalma oranı bir günde saniyenin bir kaç milyarında biridir. Bu demektir ki, tipik pulsarlar için pulsasyon frekansı yaklaşık 10 milyon yıl sonra sıfıra düşecek. Bu davranış dikkat çekicidir, peki buna sebep olan nedir ?

Pulsar Mekanizması

- ✓ Ne tür bir cisim, gözlenen pulsar dönemleriyle uyumlu olabilir?
- ✓ Basit hesaplamalar gösteriyor ki, yalnızca çok yoğun bir cisim yeterince hızlı dönebilir ve hızlı dönmeyele ilişkilendirilen kuvvetlerden dolayı parçalanmaz.
- ✓ Bir beyaz cüce yeterince yoğun değildir. Tipik bir beyaz cüce için minimum dönme dönemi bir kaç saniye olabilir. Daha kısa dönemler için beyaz cüce tuzla buz olabilir.
- ✓ Fakat bir nötron yıldızı öyle yoğundur ki, yalnızca 1 saniyede 1000 den daha fazla dönüş yapabilir ve parçalanmaz.
- ✓ Gerçekçi cisimler için, pulsarlara ilişkin gözlemsel detaylar bu zaman ölçeğinde gerçekleşen bir pulsasyon ile uyumlu değil. Dönen bir yıldızın puls yaptığı, eğer yıldız kaynakla dönen bir ışın demeti boyunca ışık salmak için birkaç yola sahip olsaydı, görünebilirdi **aynı bir deniz fenerinden çıkan ışın demetinin bir gözlemcinin olduğu yeri süpürürken, deniz fenerinin puls yapar gibi görünmesinde olduğu gibi.**

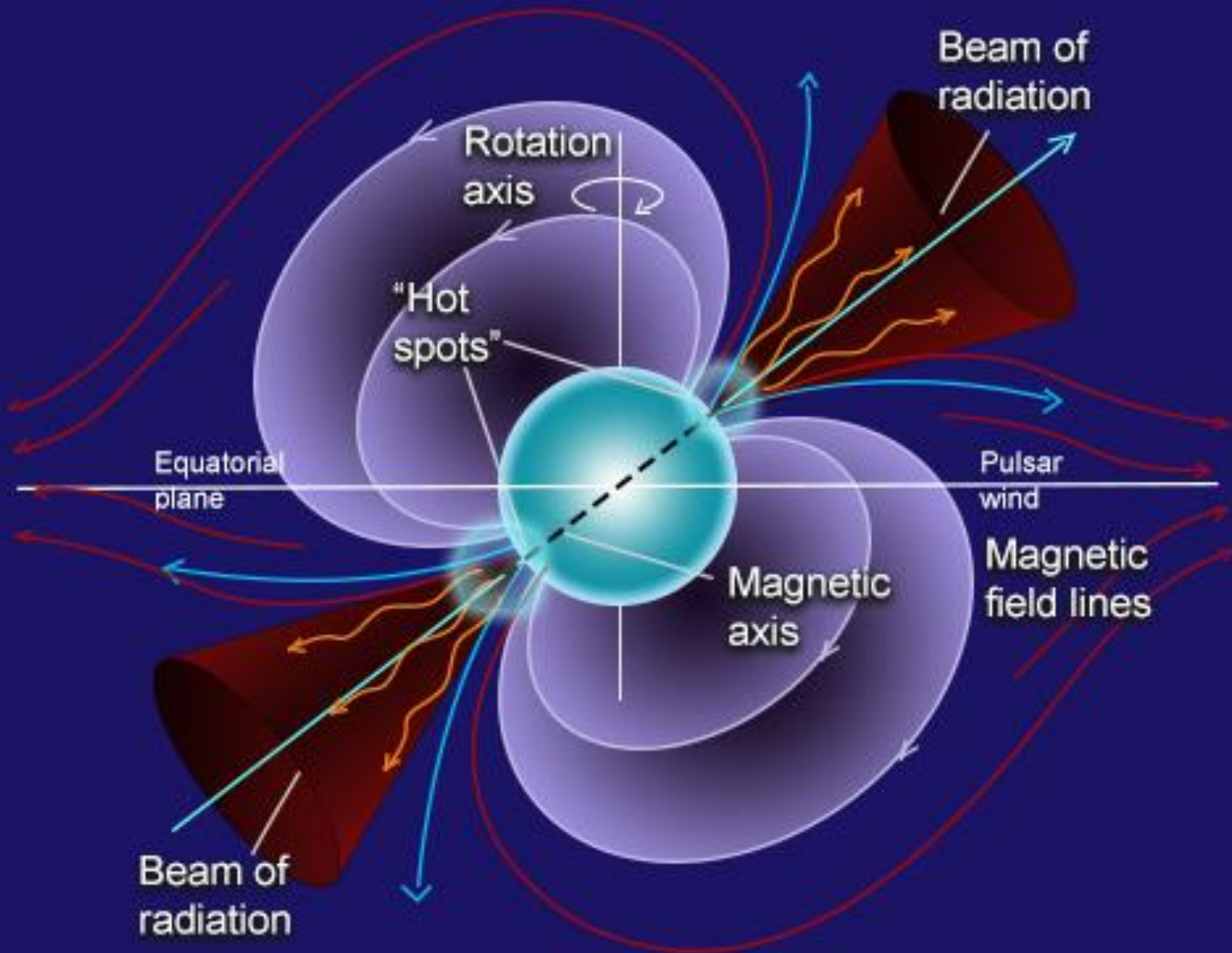


Bu nitel çıkarım
yalnızca pulsarlar
için makuldür
öyleki, pulsarlar
bir tür deniz
feneri gibi beam
ışınımı
mekanizmasına
sahip hızlı dönen
nötron
yıldızlarıdır!

Deniz Feneri Mekanizması

Zamanla deęişen manyetik alan bir elektrik alan üretir!

- ✓ Böylece, pulsarın hızlı bir şekilde dönen manyetik alanı nötron yıldızının çevresinde çok güçlü bir elektrik alan üretir.
- ✓ Bu alan elektronlara manyetik kutuplara yakın sıcak lekelerde yüzeyden dışarı doğru ivme kazandırır ve bu ivmelenmiş elektronlar senkrotron etkisiyle ışınım üretir.
- ✓ Senkrotron ışınımı elektron hareketi yönünde güçlü bir şekilde neşredilir.
- ✓ Bu ışık hüzmeleri yıldızla döner, fakat manyetik eksen genellikle dönme eksenineyle çakışmaz, çünkü ışık hüzmeleri bir çeşit burgu hareketiyle döner.
- ✓ Bu kıvrımla dönen ışık hüzmeleri dünyayı süpürüp geçse, bir deniz fenerinin gerçekleştirdiği duruma benzer bir durum meydana getirirler ve biz ışık parlamaları gözleriz.
- ✓ Böylece nötron yıldızı puls yapıyor mus gibi gözükür, halbuki, ne puls yapar ne de gerçekten bir yıldızdır.



Manyetik Alanlar

- ✓ Galaksimizde bilinen en güçlü manyetik alanlara sahip cisimler bazı pulsarlardır ve onların temel özelliklerinin bazılarının bu alanlardan elde edildiği düşünülür.
- ✓ Çeşitli cisimler için tipik manyetik alan güçleri tabloda listelendi.

Table 11.2: Some typical magnetic field strengths

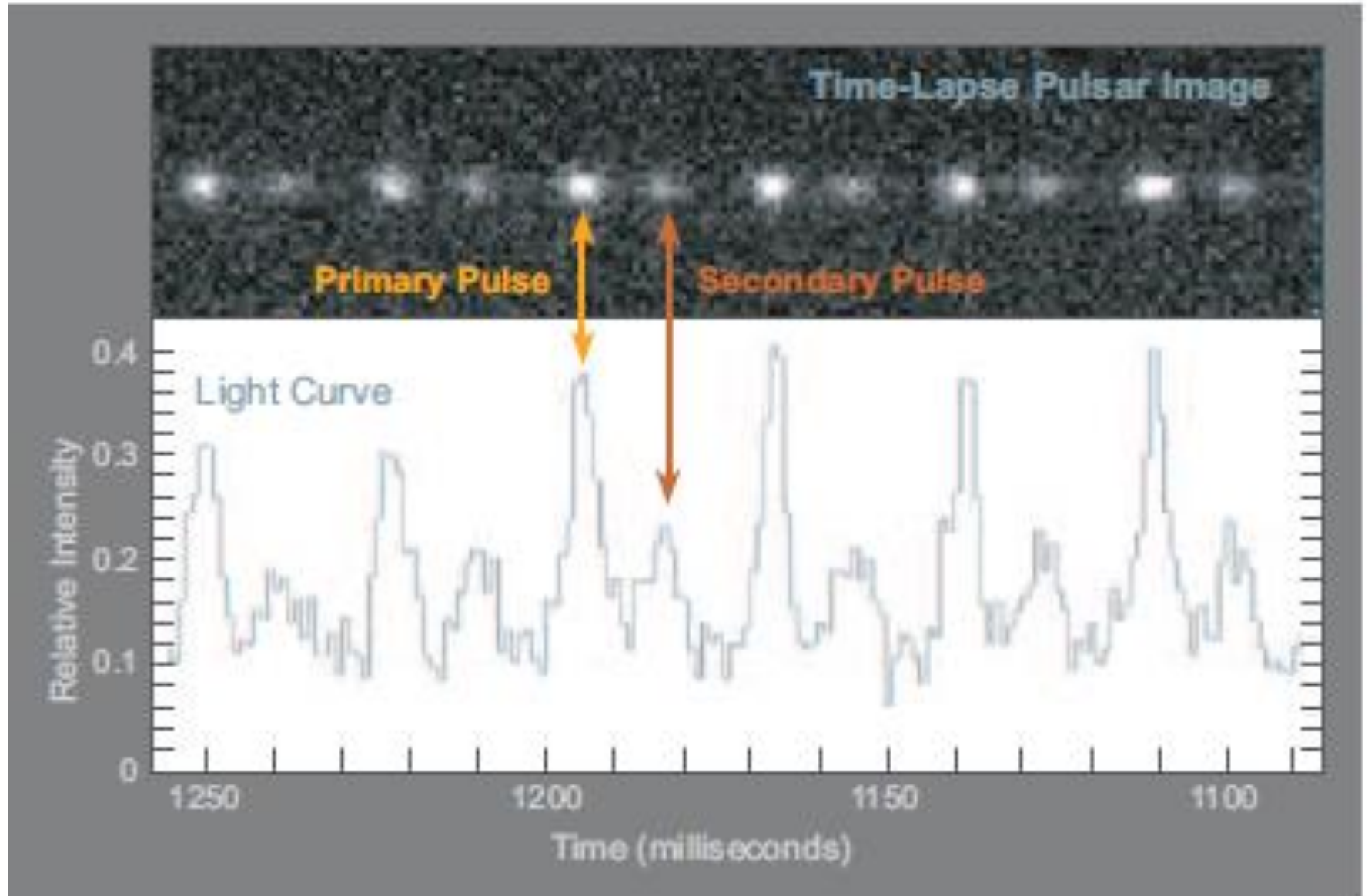
Object	Strength (gauss)
Earth's magnetic field	0.6
Simple bar magnet	100
Strongest sustained laboratory fields	4×10^5
Strongest pulsed laboratory fields	10^7
Maximum field for ordinary stars	10^6
Typical field for radio pulsar	10^{12}
Magnetars	$10^{14} - 10^{15}$

- ✓ Tablodan, bilinen manyetik alanlardan en güçlüsüne sahip olan iki cisim sınıfı (radyo pulsarlar ve magnetralar) hızlı dönen nötron yıldızı grubuna dahildirler.
- ✓ O halde anlıyoruz ki, çok güçlü manyetik alanlar nötron yıldızları için yaygın bir durummuş gibi gözükmektedir (nötron yıldızı bir pulsar yada bir magnetar olarak gözlenmemişse bu sonuca varmak daha zor olmasına rağmen).

Crab Pulsarı

- ✓ İlk pulsar Jocelyn Bell ve Anthony Hewish tarafından Cambridge radyo astronomi gözleminde 28 Kasım 1967 de bulundu. En ünlü pulsar bundan kısa bir süre sonra keşfedildi.
- ✓ Crab nebulasında ve Taurus takımyıldızından 7000 ışık yılı uzaklıkta.
- ✓ Crab pulsarı yaklaşık saniyede 30 kez dönüyor, her bir dönmede radyo bölgeden gama ışın bölgesine kadar bir çift puls salarak.
- ✓ Görünür bölgede, crab pulsarı nebulanın merkezinde 16. kadirde bir yıldız olarak görünüyor, fakat stroboskopik teknikler açıklıyor ki o puls yapıyor.

Şekil Crab pulsarı gösteriyor.



- ✓ **Dizi tüm görünür bölgede 3 farklı filtre kullanılarak alınmış kompozit bir görüntü.**
- ✓ **Görüntü dizisi ve ışık eğrisi açık bir şekilde gösteriyor ki crab pulsarı çift puls yapan bir cisim, her bir çevrimde güçlü bir birincil pulsu daha zayıf olan ikincil bir puls takip ediyor.**
- ✓ **Birincil yada ikincil pulslar arasındaki zaman her saniyede yaklaşık 30 kez 1 birincil ve 1 ikincil pulsun varlığını işaret eder şekilde.**
- ✓ **Bu çift puls yapma etkisi deniz feneri modeli ile açıklanabilir eğer geometri şöyle olursa: bir manyetik kutuptan gelen ışık hüzmesi dünyanın tamamını süpürüyorken diğeri yalnızca kısmen süpürebiliyor.**
- ✓ **Crab pulsarı görünür, X ve gamma ışını salmasına rağmen, pulsarların çoğu radyo frekansı ışınımı ile saptanabilir. Ancak, diğer dalgaboyu bandlarında güçlü bir şekilde bir kaç puls var.**

Pulsar (Spin-down) ve Bozulmalar (glitches)

Bazı pulsarlarda, dönme oranının ani bir şekilde yüksek bir değere çıkmasından dolayı glitches gözlenir.

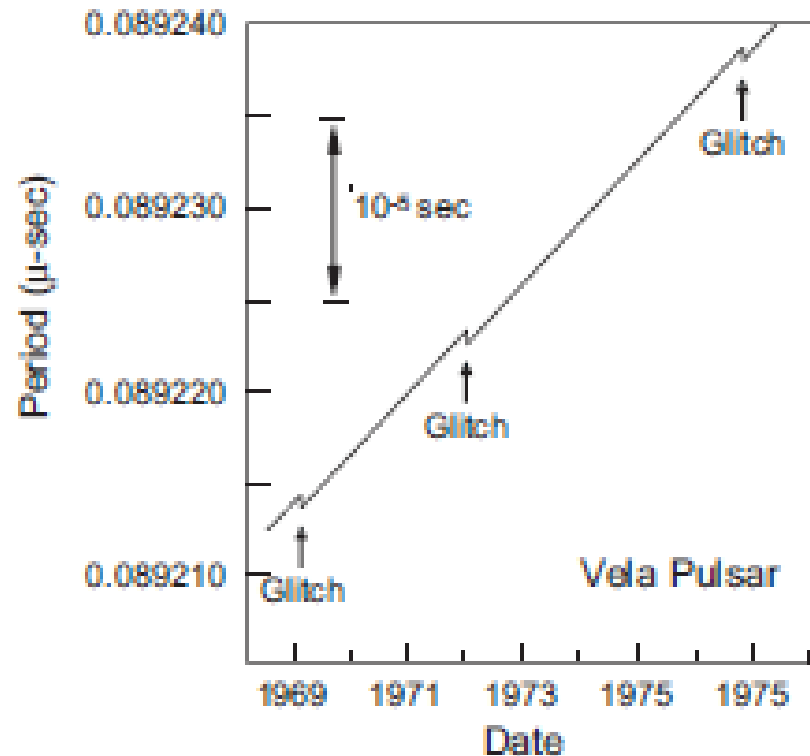


Figure 11.9: Glitches in the Vela Pulsar.

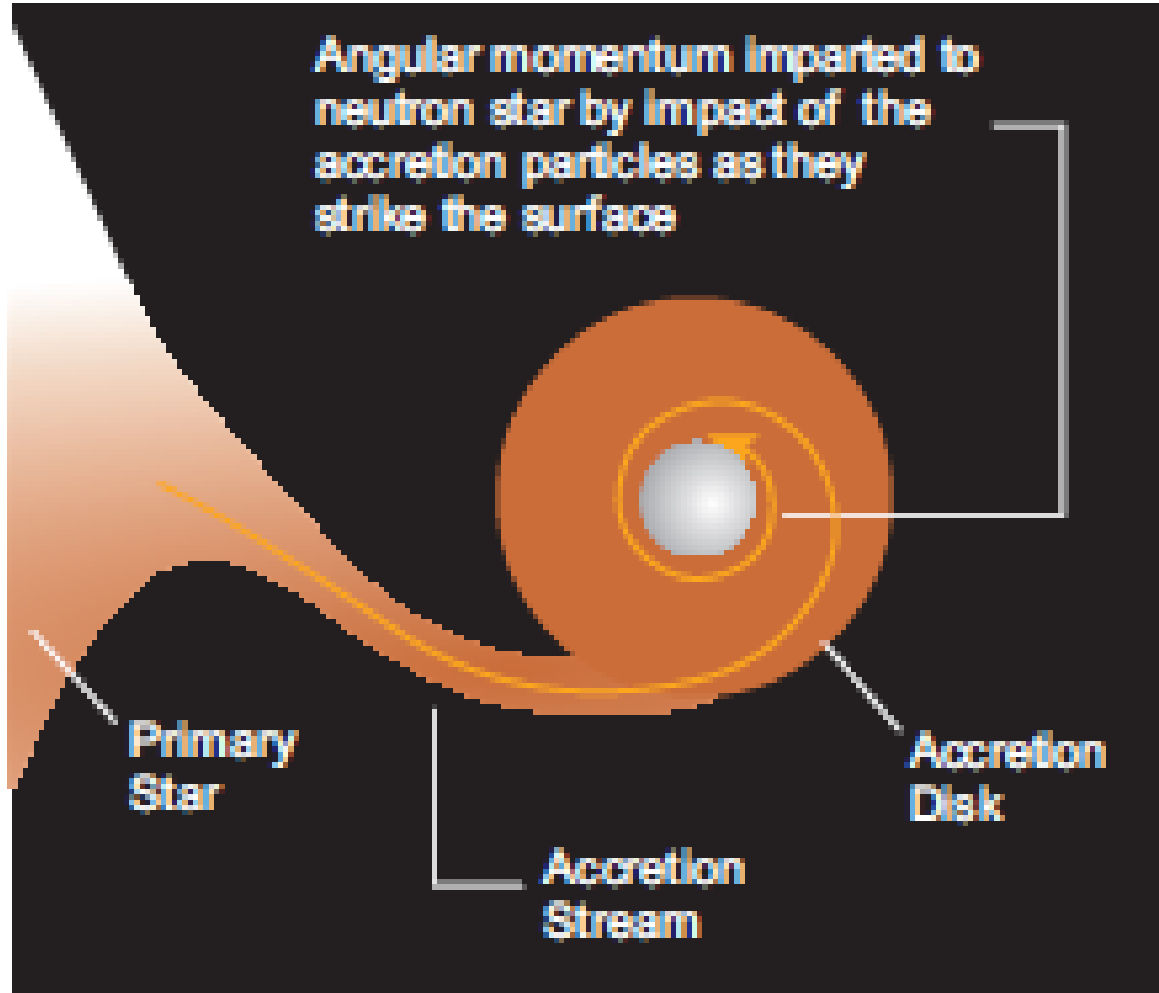
- ✓ Bir glitches in sebep olduğu dönemdeki değişim kesri tipik olarak orjinal dönemin 10^{-6} dan 10^{-9} una kadarıdır.
- ✓ Glitches, bazı iç düzenlemelerin dönme oranını küçük miktarlarda değiştirdiğini işaret eder.
 - ✓ Öneri: yoğun kabuktaki yıldız depremleri nötron yıldızının hafifçe büzülmesine ve böylece daha hızlı dönmesine (açısal momentum korunumu) sebep olur.
 - ✓ Başka bir öneri: içe özgü bir süperakışkan sıvının sirkülasyonunda tutulan açısal momentum, dönme oranını değiştirerek ani bir şekilde kabuğa transfer edilir.

Milisaniye Pulsarları

- ✓ Bir pulsar enerjisini dışarıya saldığı için, dönme oranı yavaşça azalır. Bu değişim küçüktür fakat yüksek kesinlikle ölçülebilir.
- ✓ Bir radyo pulsar için dönme dönemindeki değişim oranı önemlidir çünkü bu oran nötron yıldızıyla ilişkilendirilen manyetik alanın gücünü öngörmede kullanılabilir.
- ✓ Pulsarlar zamanla yavaşladığından, enerjilerini hem elektromanyetik hemde çekimsel dalgalarla salarlar, böylece umulur ki **en hızlı pulsarlar en genç** olanlardır.
- ✓ Örneğin, crab pulsarı gençtir (1000 yıldan az yaşı) ve saniyede 30 puls yapar.
- ✓ Ancak milisaniye dönemli pulsar için bu öngörüü ortadan kalkıyor.
- ✓ Bu hızlı pulsarların çoğu, en hızlı dönme oranlarından öngörüldüğü gibi genç olmadığına bilakis yaşlı olduklarına dair deliller var.

- ✓ Bu delil dönme oranından geliyor: burada pulsarın dönmesi yavaşlıyor ve milisaniye pulsarı bulunur. Örneğin, keşfedilen ilk milisaniye pulsarı PSR1937+21 çok hızlı dönüyor, fakat çok yavaş bir şekilde dönmesi yavaşlıyor.
- ✓ Bu yavaş bir şekilde azalan dönme oranı işaret ediyor ki, o zayıf bir manyetik alana sahip ve yaşlı. Yaşlı pulsarlar daha zayıf alanlara sahip olmalı ve bunlar gençlerden daha az etkin olmalı, çünkü daha güçlü alanlar onların hareketinde frenlenmeye sebep olur.
- ✓ Keşfedilen milisaniye pulsarlarınının çoğu yaşlı yıldızları içeren küresel kümelerde bulundu.

- ✓ En hızlı pulsarların çok yaşlı görünmeleri durumu için en makul açıklama milisaniye pulsarlarının doğduklarından beri hızlarının arttırılmasıdır.
- ✓ Önerilen mekanizma, nötron yıldızına açısal momentum ekleyen çift sistemlerde kütle transferi gerektirir.



- ✓ Bu birikme mekanizması (çift dönme hızlanması) çiftin yörünge hareketinden, nötron yıldızının dönmesine açısal momentumu transfer eder.
- ✓ Daha sonra, nötron yıldızı yüksek dönme hızlarına dönme hızını artırdıktan sonra, baş yıldız bir süpernova olabilir ve çift sistemi parçalar.
- ✓ Bu süreç hızlı bir şekilde dönen fakat yaşlı bir nötron yıldızı bırakır arkasında, izole edilmiş nötron yıldızlarının evriminden umulan sistematiğe karşı koyan bir milisaniye pulsarı olarak.

4.2.2. Magnetarlar

- ✓ Nötron yıldızları son derece güçlü manyetik alanlara sahiptir. Ancak bir nötron yıldızı için bile muazzam büyük manyetik alanlara sahip dönen nötron yıldızlarının yeni bir türü keşfedildi.

Bu cisimlere magnetar adı verilmektedir.

- ✓ Magnetar SGR1900+14'nin çok güçlü bir manyetik alana (en az 10^{15} gauss mertebesinde) sahip olduğu öngörüldü, yani eğer bu değerler kıyaslanabilir gücü olan bir mıknatısı Ay ile Dünya arasına koysadık dünyadaki bir insanın cebindeki bir metal kalemi çekerdi.
- ✓ SGR (soft gamma-ray repeater) bir magnetara işaret ediyor. Pulsarlar gibi, sayının ilk kısmı sağ açıklık ikinci kısmı ise dik açıklığı ifade ediyor.
- ✓ Bu dönen nötron yıldızlarında, düşünülüyorki, devasa manyetik alanlar yıldızın dönmesini yavaşlatan bir tür fren olarak rol oynuyor.

- ✓ Bu yavaşlayan dönme nötron yıldızının iç yapısını bozar ve yıldızdaki yıldız depremleri yada manyetik alan bağlanma olayları çevredeki gaza (gama ışın patlamaları emisyonuna sebep olur) enerji salar.
- ✓ Gözlemsel olarak, bunlar soft gamma ışın repeaterlar (SGR) adını alırlar,
- ✓ Soft; düşük enerjili gama ışınlarını (aslında, onlar tayfın X ışın kısmında bulunurlar) temsil eder.
- ✓ Repeater; gama ışın patlamalarının tekrarlanabildiğini ifade eder, sıradan gama ışın patlamalarına (bunların tekrarı gözlenmez) benzemez SGR ler.

Kaynaklar

- http://eagle.phys.utk.edu/guidry/astro615/lectures/lecture_ch11.pdf
- An Introduction to Modern Astrophysics