

La nebulosa del cangrejo: un laboratorio cercano

Albert Morral

SN 1054
4 julio 1054

Magnitud: -5
Se observó durante 653 días
Visible de día durante 23 días !





歷代名臣奏議卷

灾祥

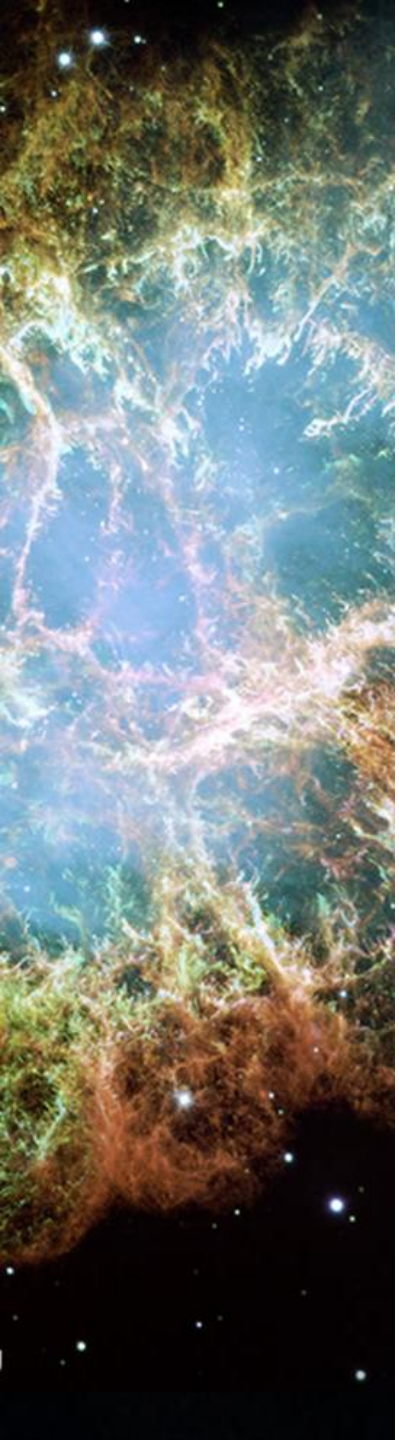
宋仁宗至和二年

星遂見僅及周檢
所歷奸犯其為論
蜀諸郡旱暵不雨麥苗焦死民既艱
不用茲謂張厥災荒其為災陰復可
他郡數處地亦震動此伯陽所謂陽
土失其性其為災異益可駭也夫變
陛下左右輔弼當得忠賢剛正之人
萌之眦不然何以妖星謫變也旱暵
察明如是之著耶臣愚伏望陛下謹

奏議卷之五

與天下瞻望之所謂賢人君子者降
輔之事業要注而仰成之若然則陰
秋畏服太平之風可翹足引領而待
相繫國家休戚治亂之奉伏願陛下
疑則宗廟杜縉之福天下生靈之幸
起居舍人知諫院范鎮上奏曰臣伏見去冬多南風今春多西風
乍寒乍暑欲雨不雨又有黑氣蔽日此皆人事之所感動也黑氣陰
也小人也日陽也君象也黑氣蔽日者陰侵陽小人惑君也欲雨不
兩者政事不決也陳執中為相不病而家居者百日矣陛下以御史
之言決一婢死而欲退宰相為是即乞速退執中以解天意以御史
之言為非赤乞勅執中起視事無使天意久不決也寒暑者賞罰也
乍寒乍暑者不當賞而賞當罰而不罰也鄧保吉有過於法不當為



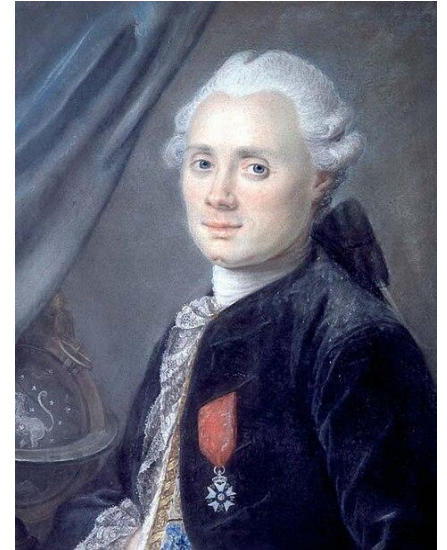


1731: John Bevis
descubre los restos de
esta supernova



1840: William Parsons lo
observa con su gran telescopio
y lo denomina la nebulosa del
cangrejo

1774: Charles Messier hace
su catalogo de objetos no
cometarios. Esta nebulosa
es el primer objeto de este
catálogo (M1)



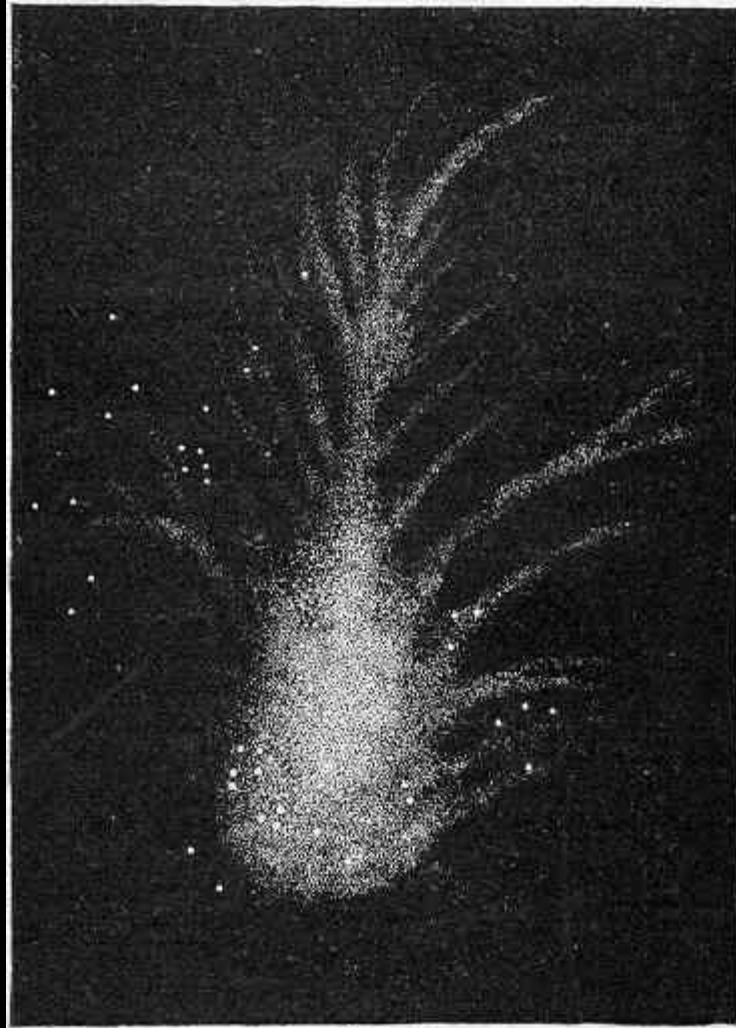
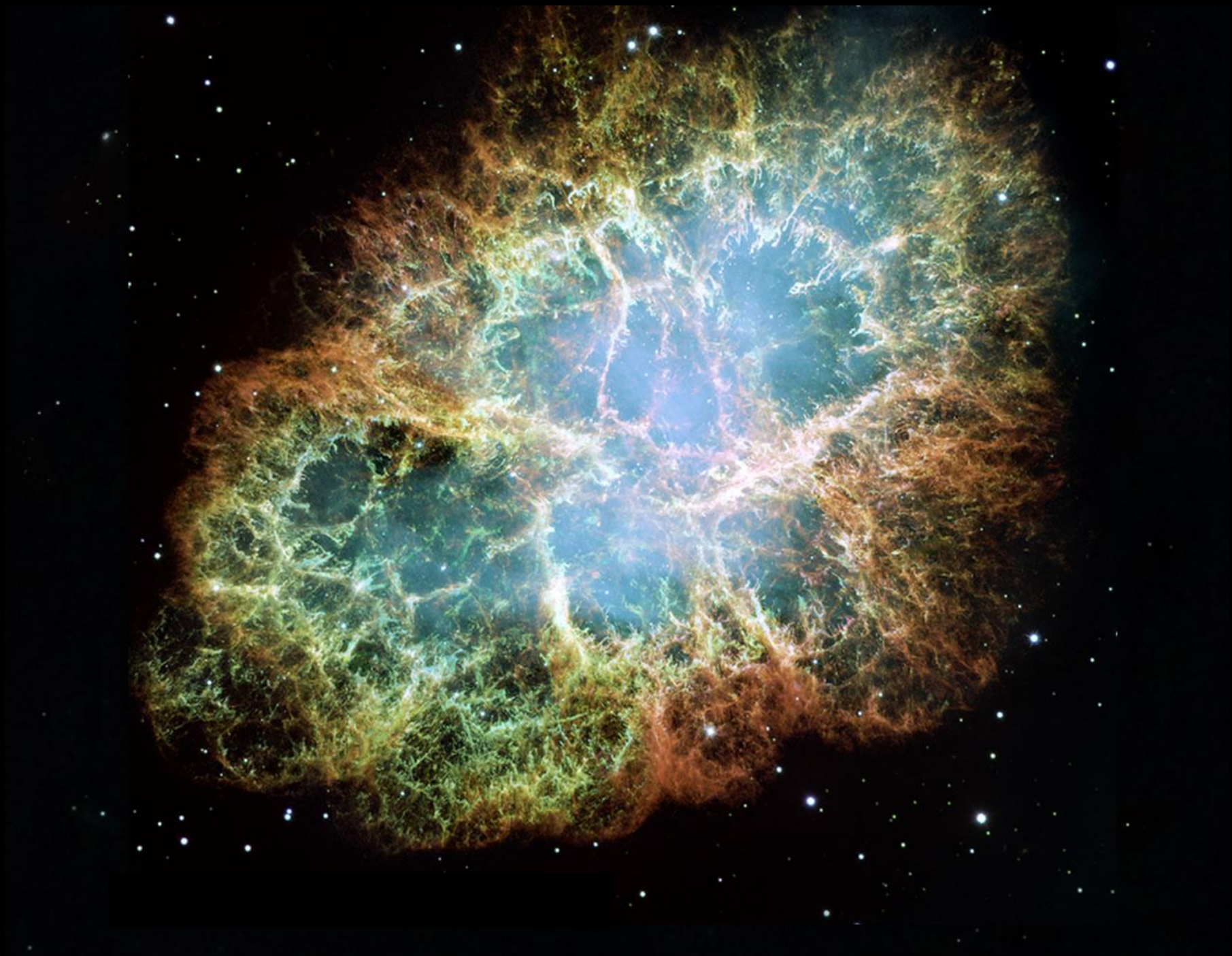
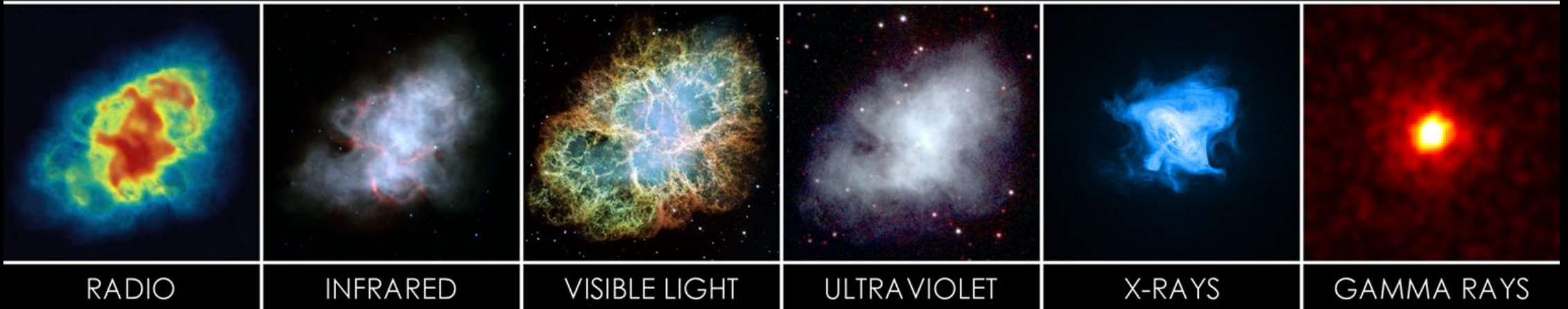
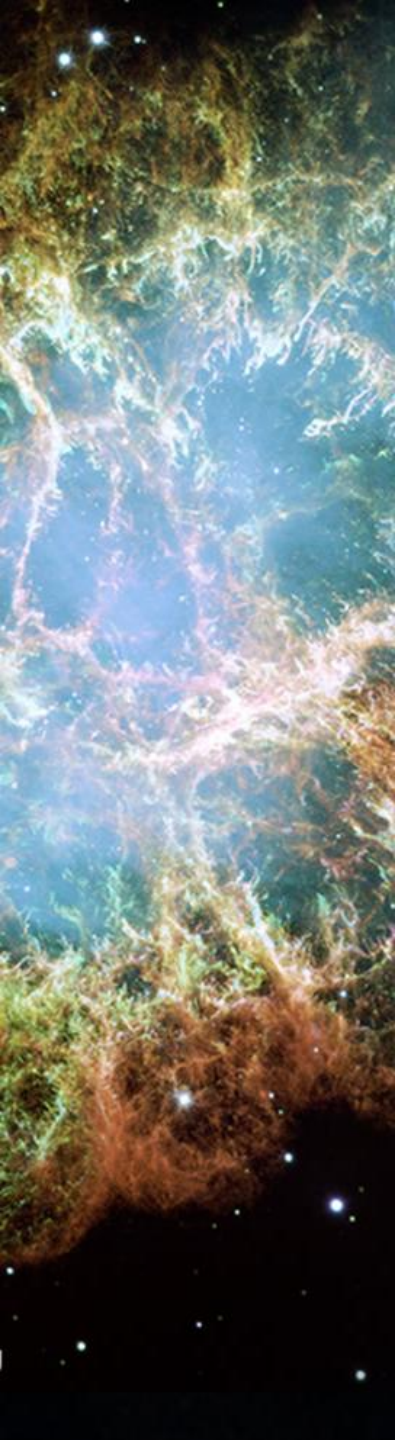


Fig. 438.



CRAB NEBULA





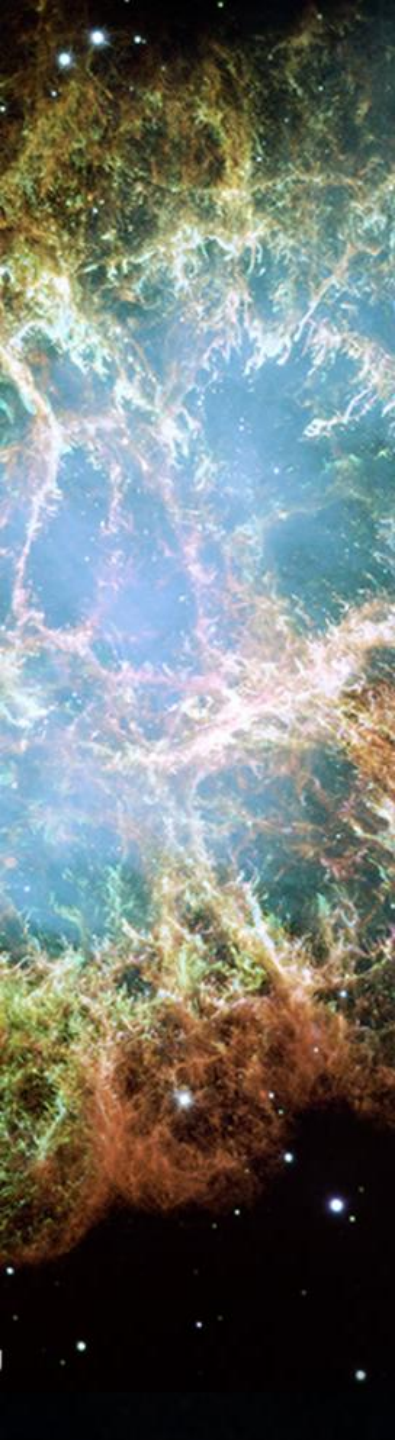
La nebulosa del cangrejo es un caso único en el firmamento

1. Es el resto de supernova más fácil de ver
2. Contiene una estrella de neutrones visible con medios amateurs (¿la única que podemos ver?)



Podemos estudiar la nebulosa
Podemos estudiar la estrella de neutrones

¡Es un auténtico laboratorio cercano !



¿Qué podemos medir los astrónomos amateurs?

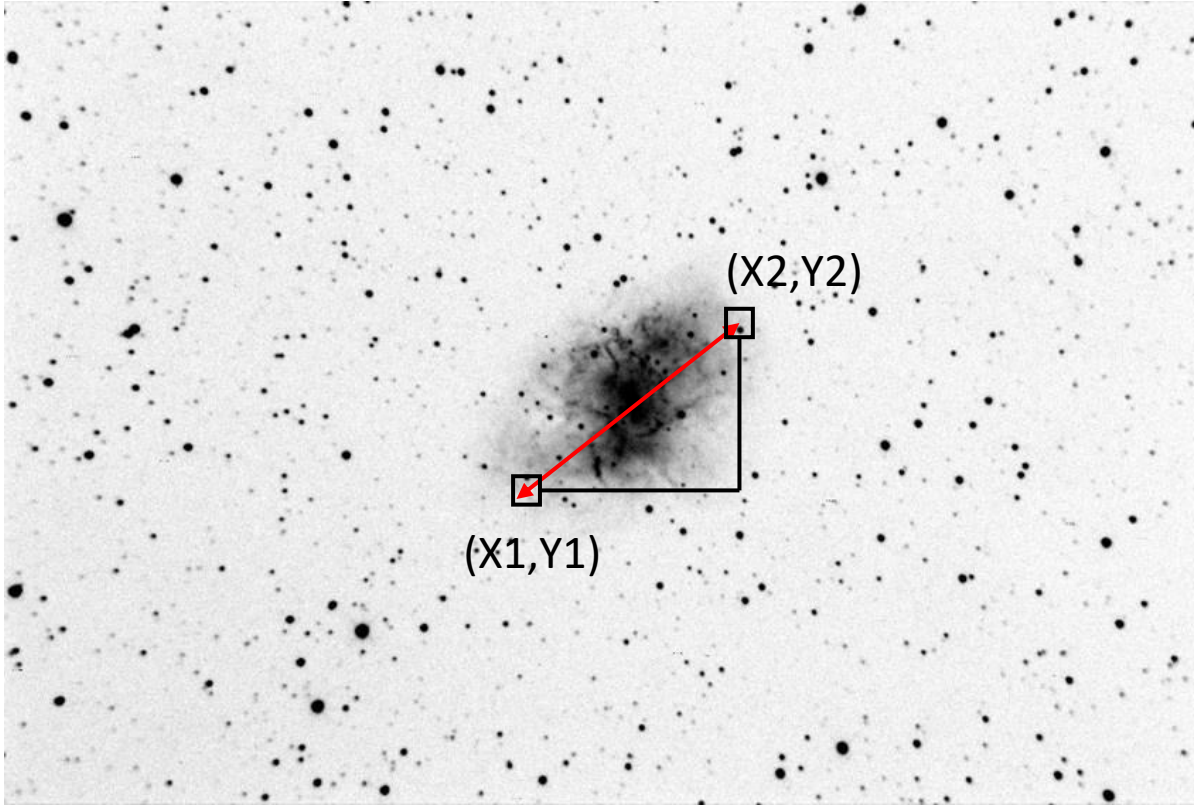
Nebulosa:

1. El tamaño real de la nebulosa
2. La velocidad de expansión de la nebulosa
3. ¿Puede verse la expansión de la nebulosa?

Estrella de neutrones:

1. ¿Puede verse la estrella de neutrones?
2. La magnitud aparente
3. La magnitud absoluta
4. La luminosidad
5. La temperatura superficial

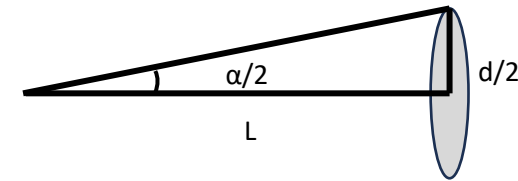
El tamaño de la nebulosa



- Tomamos varias imágenes y las sumamos
- Calculamos su tamaño angular
 - Escogemos los píxeles inicial y final
 - Calculamos la distancia en píxeles
 - Sabemos el tamaño angular de cada píxel, calculamos el tamaño angular total

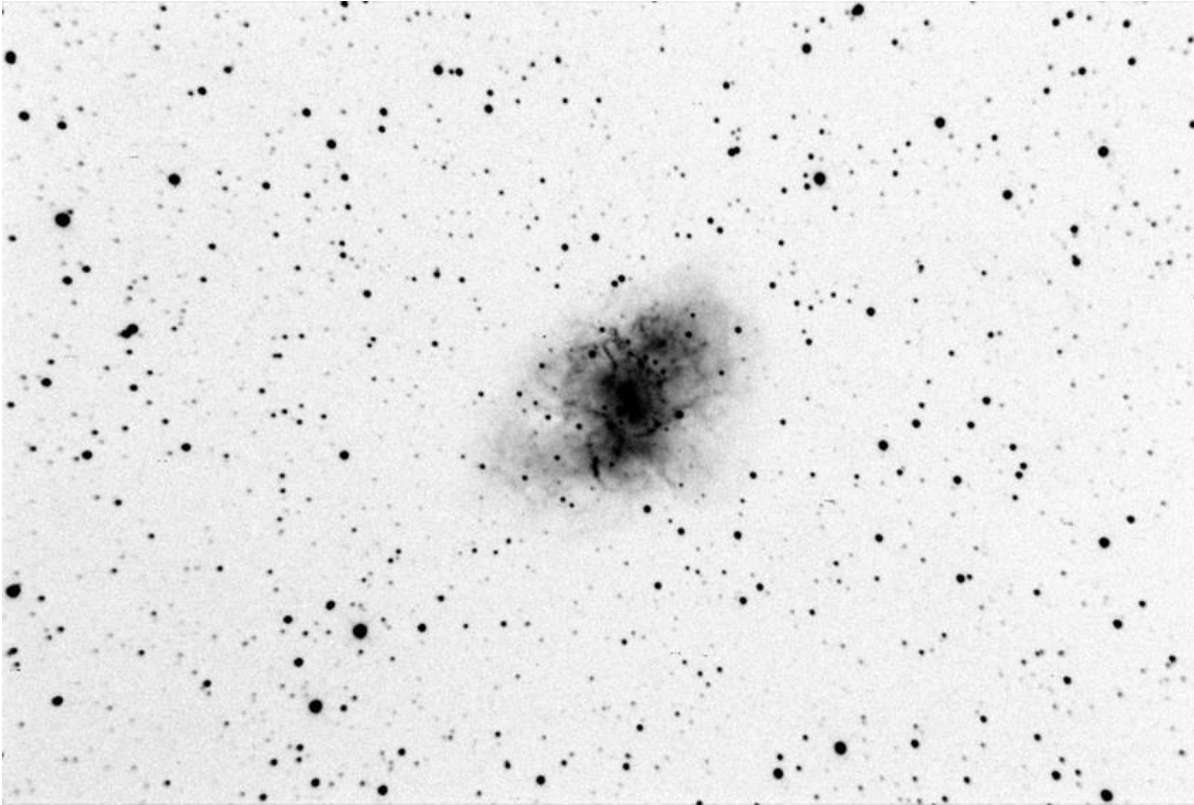
$$d = 6,18''$$

- Calculamos su tamaño real a partir de su distancia (6300 al) y su tamaño angular



$$d = 2L \operatorname{tag} \left(\frac{\alpha}{2} \right) = 11,32 \text{ al}$$

La velocidad de expansión de la nebulosa

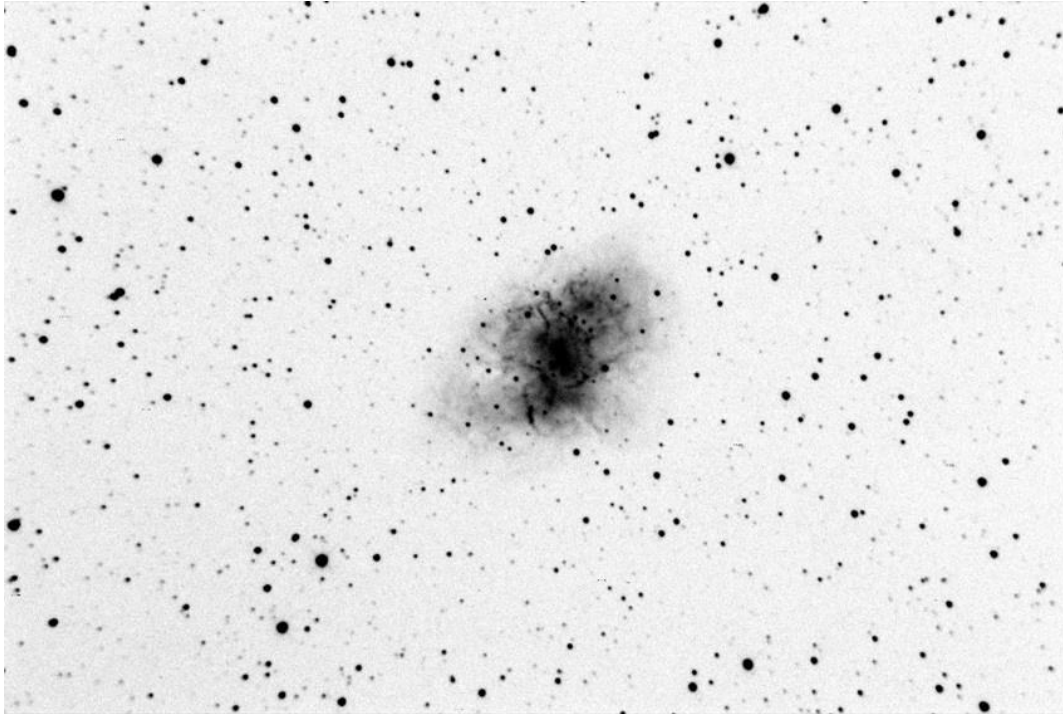


- Si el diámetro de la nebulosa es de 11,32 al su radio es de 5,66 al
- Desde 1054 han pasado 969 años
- La velocidad de expansión vale:

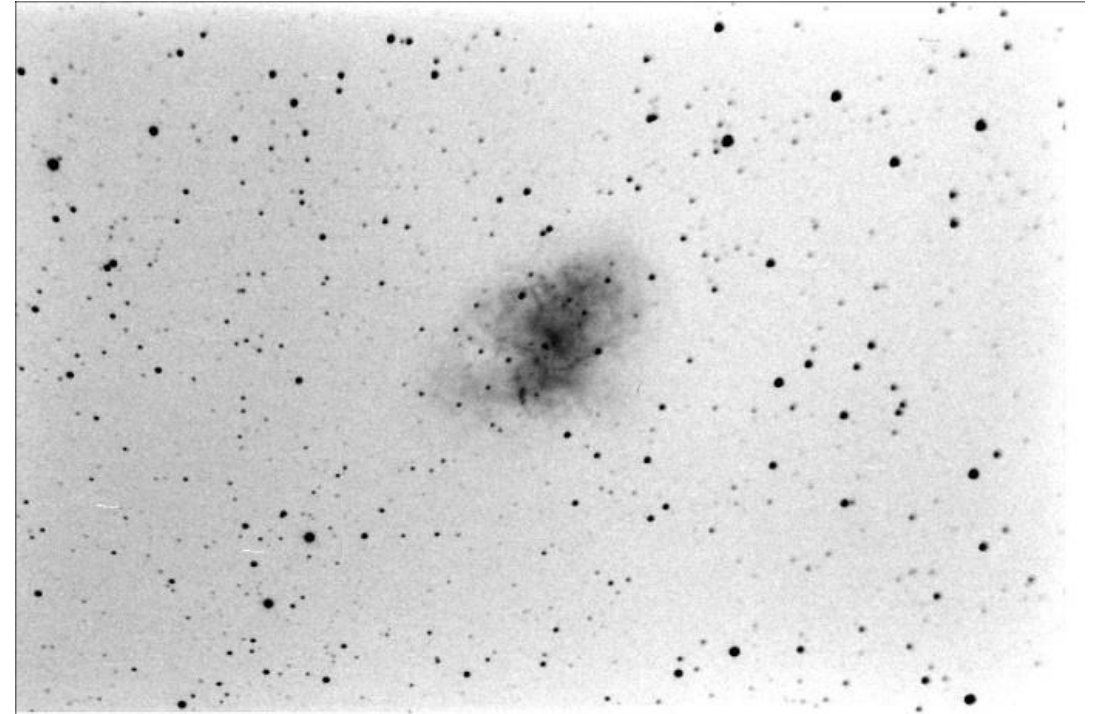
$$v = \frac{\text{radio}}{\text{tiempo}} = \frac{5,66}{969} = 0,0058 \frac{\text{años luz}}{\text{años}}$$

$$v = 1728 \text{ km/s} \quad (0,5\% c)$$

¿Puede verse la expansión de la nebulosa?



19 diciembre 2023



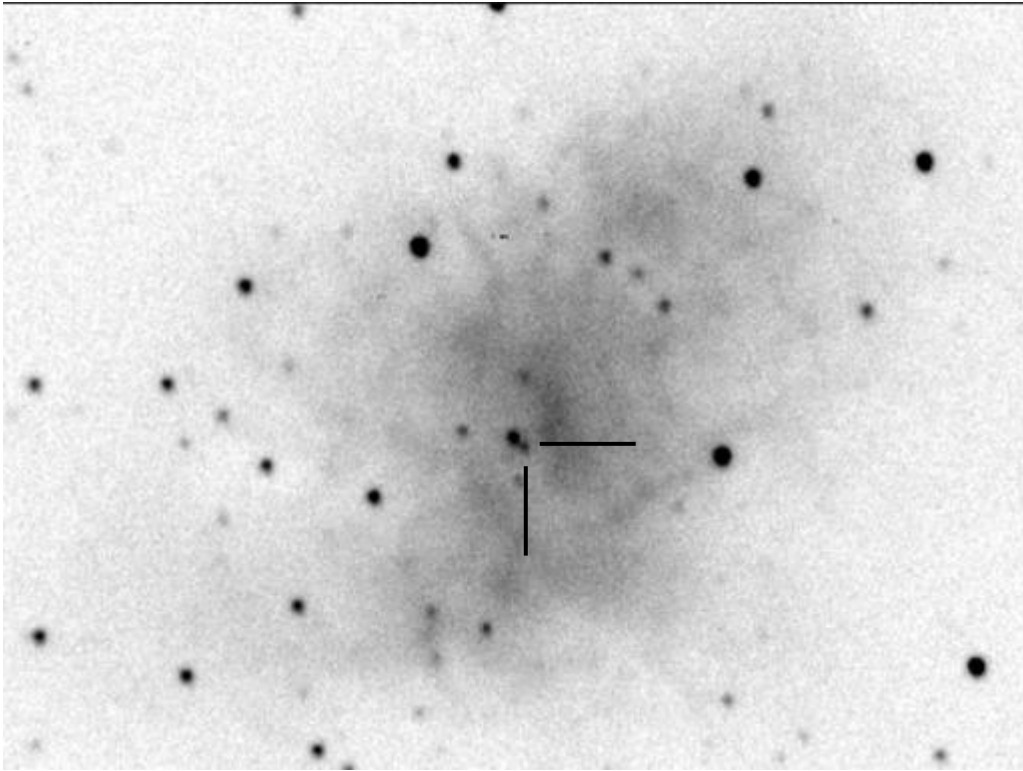
1 marzo 2011

- Hemos recortado la parte central
- Las hemos girado hasta que coincidieron en orientación y tamaño

¿Puede verse la expansión de la nebulosa?

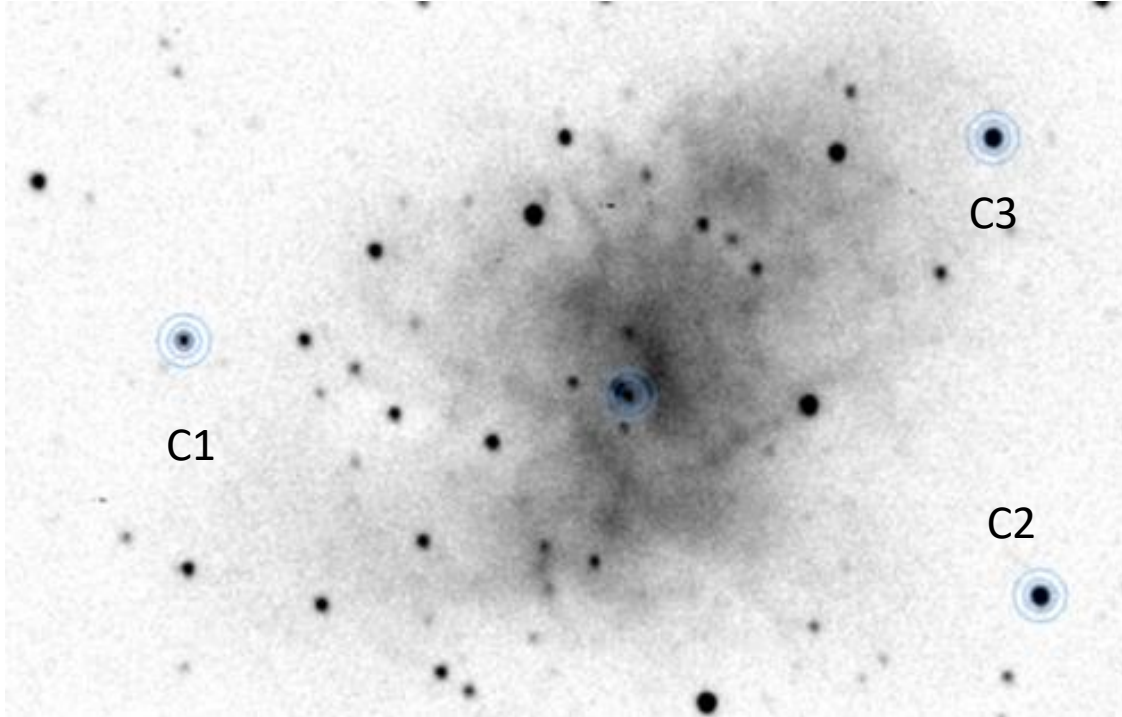


¿Puede verse la estrella de neutrones?



Hemos sumado varias imágenes y se ven dos puntos centrales, el débil es NP0532, la estrella de neutrones

Magnitud aparente de NP0532



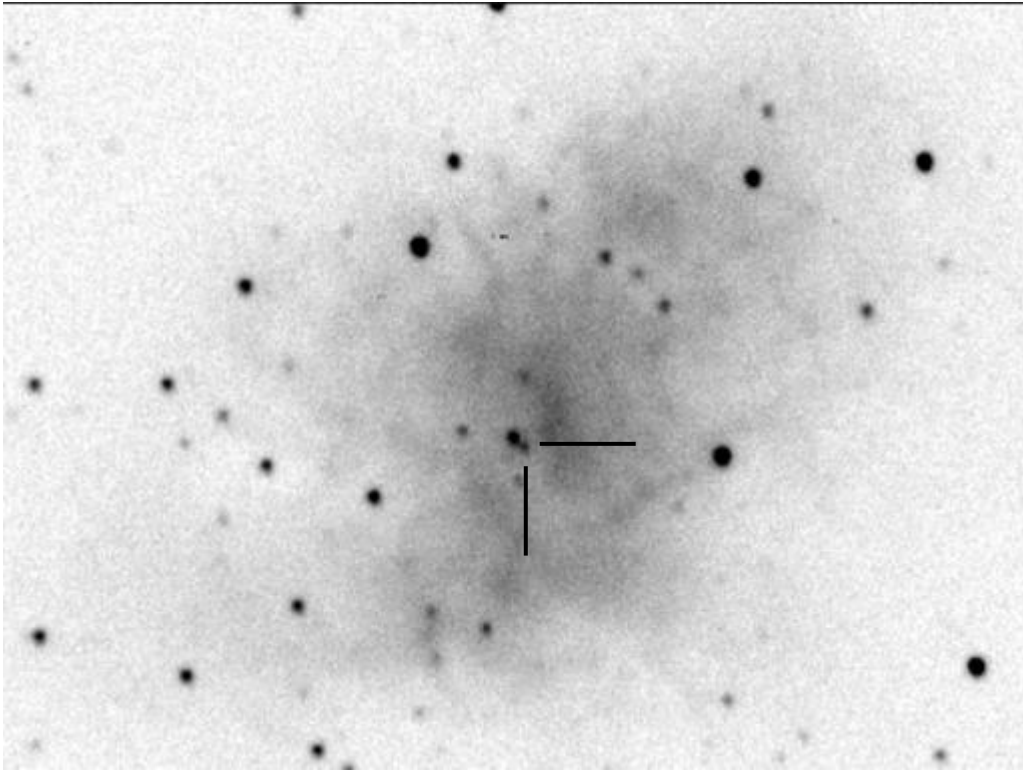
Con 3 estrellas de comparación calculamos la magnitud aparente

Astro	Magnitud	ADUS
NP0532		17548
C1	15,798	27866
C2	14,394	99922
C3	14,336	85840

$$m = -2,5 \log F + C$$

$$m = 16,214 \pm 0,008$$

Magnitud absoluta de NP0532



Como sabemos que se encuentra a 6.300 al de distancia, calculamos la magnitud absoluta

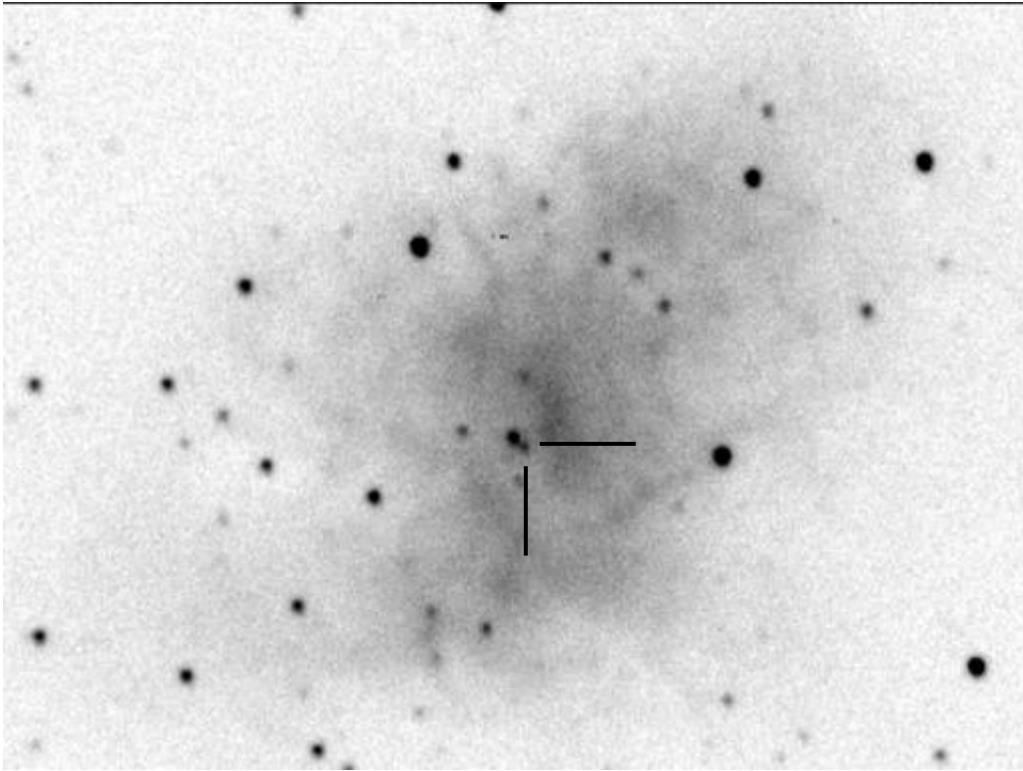
$$M = m - 5 \log d + 5$$

$$d = 6300 \text{ al} = 1932,5 \text{ pc}$$

$$M = 16,21 - 5 \log 1932,5 + 5$$

$$M = 4,78$$

Luminosidad de NP0532



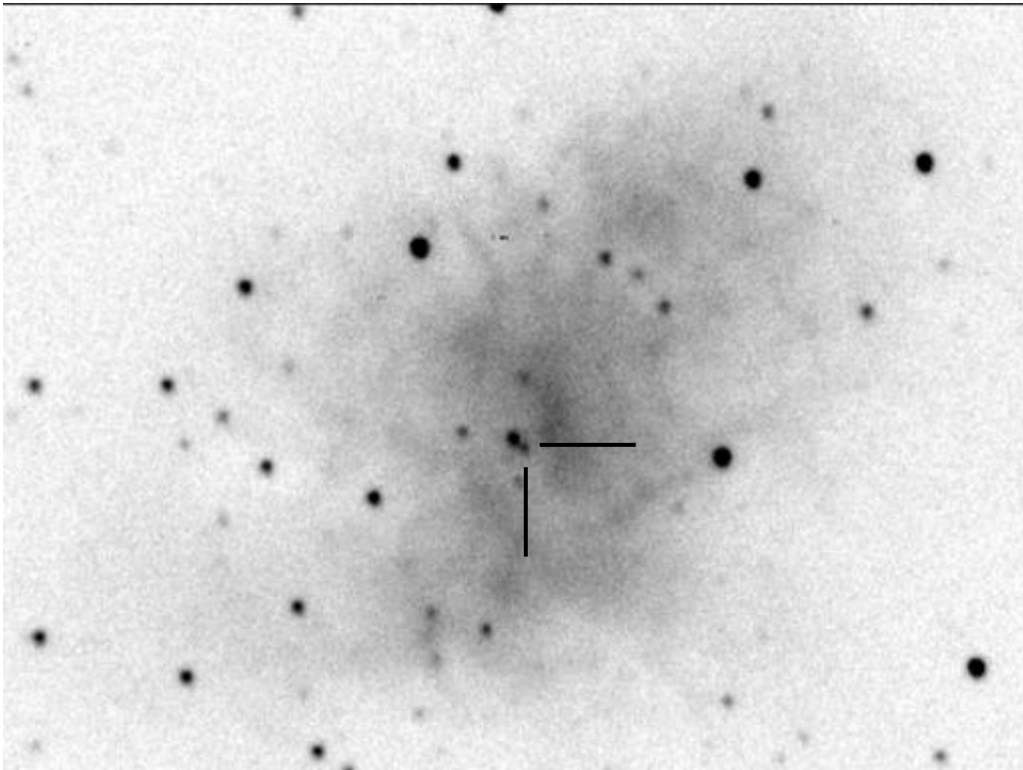
A partir de la magnitud absoluta podemos calcular la luminosidad:

$$\frac{L}{L_S} = 10^{\frac{M_S - M}{2,5}} \quad M_S = 4,83$$

$$L = 10^{\frac{4,83 - M}{2,5}} = 10^{\frac{4,83 - 4,78}{2,5}} = 1,04 L_S$$

$$L = 1,04 L_S = 4 \cdot 10^{26} W$$

Temperatura superficial de NP0532

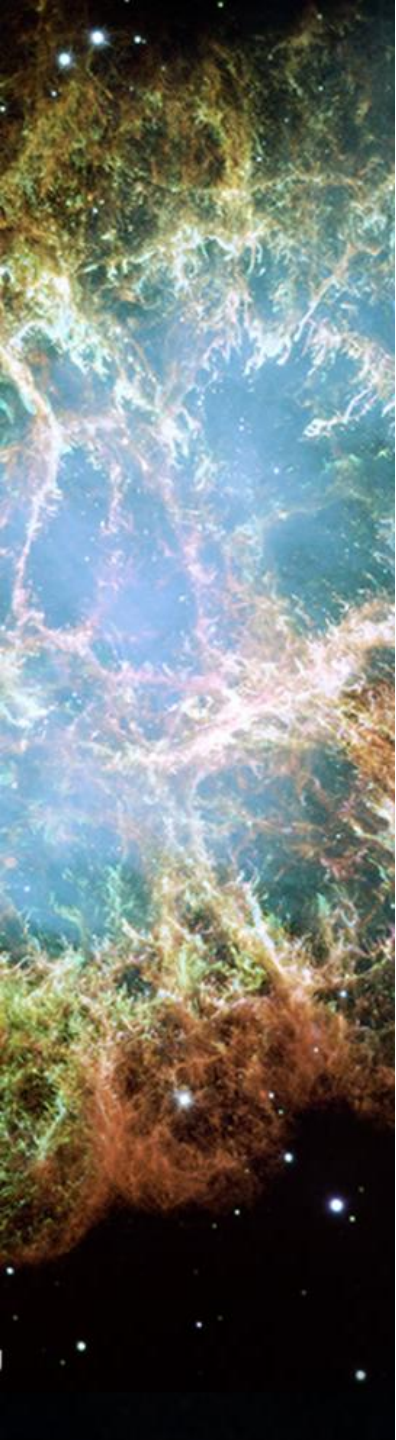


Con la luminosidad y el radio de un astro esférico, ya podemos calcular su temperatura.

$$T = \sqrt[4]{\frac{L}{4\pi R^2 \sigma}}$$

Las estrellas de neutrones tienen, típicamente, 10 km de radio.

$$T = \sqrt[4]{\frac{L}{4\pi R^2 \sigma}} = 4,8 \cdot 10^6 \text{ K}$$



¿Qué podemos medir los astrónomos amateurs?

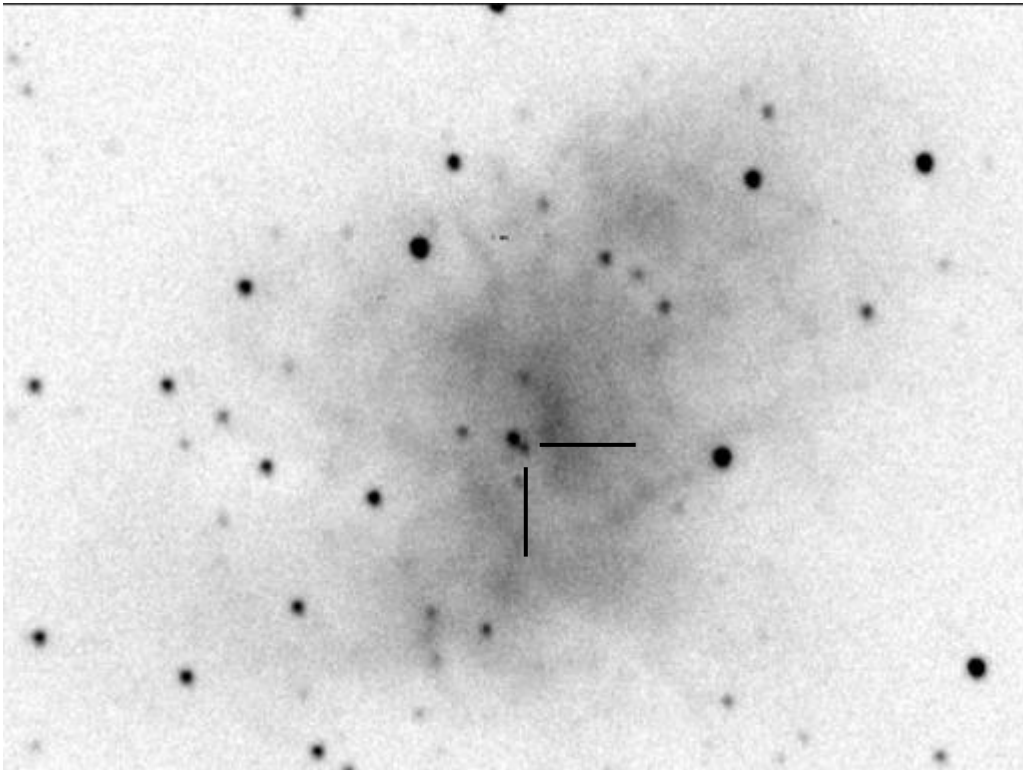
Nebulosa:

- | | | |
|--|-----------|-----------|
| 1. El tamaño real de la nebulosa | 11,32 al | 11 al |
| 2. La velocidad de expansión de la nebulosa | 1728 km/s | 1500 km/s |
| 3. ¿Puede verse la expansión de la nebulosa? | Sí | |

Estrella de neutrones:

- | | | |
|---|---------------------|-----------------------|
| 1. ¿Puede verse la estrella de neutrones? | Sí | |
| 2. La magnitud aparente (V) | 16,21 | 16,65 |
| 3. La magnitud absoluta | 4,78 | 5,26 |
| 4. La luminosidad | 1,04 L _s | |
| 5. La temperatura superficial | $4,8 \cdot 10^6 K$ | $\sim 2 \cdot 10^6 K$ |

Más cálculos teóricos: la gravedad superficial de NP0532

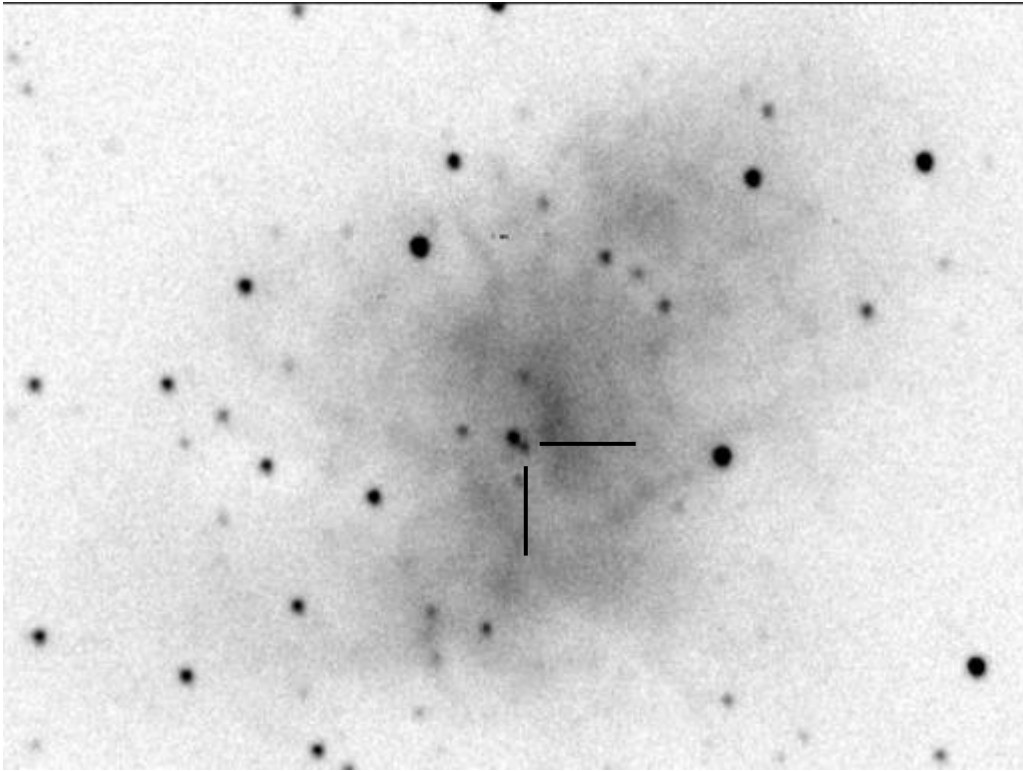


Conociendo el radio (10 km) i su masa (1,4 masas solares) podemos calcular su gravedad superficial

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$\begin{aligned} g &= \frac{GM}{R^2} = 1,86 \cdot 10^{14} \text{ m/s}^2 \\ &= 1,89 \cdot 10^{13} \text{ gravedades terrestres} \end{aligned}$$

Más cálculos teóricos: la velocidad de escape de NP0532

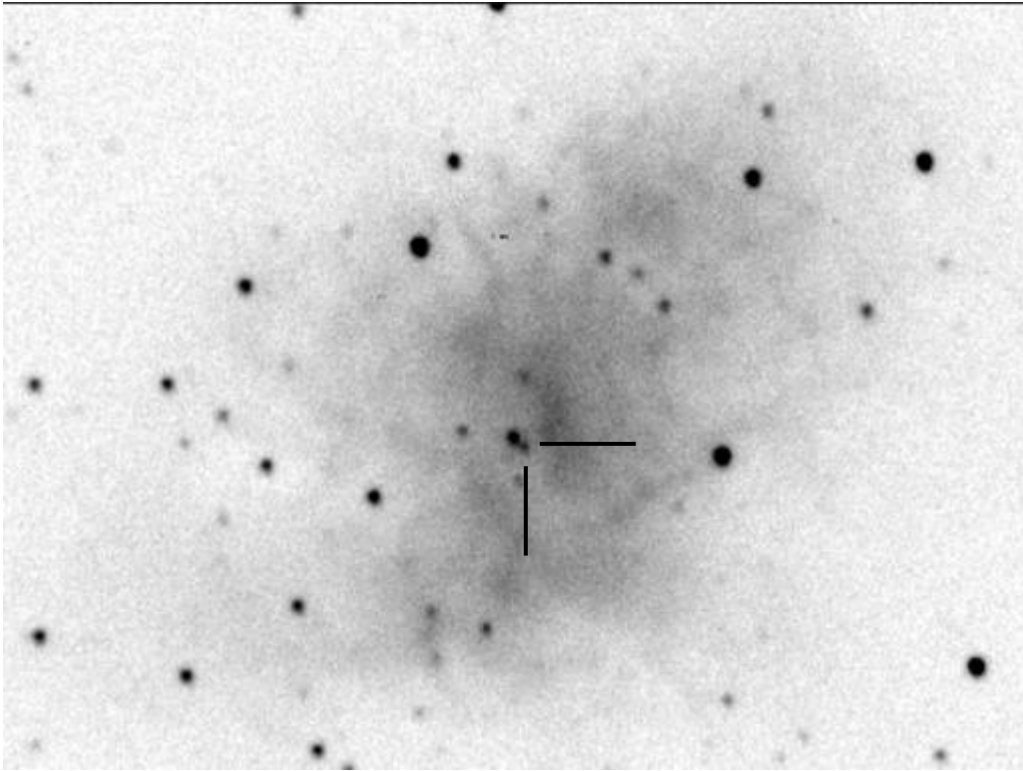


Conociendo el radio (10 km) i su masa (1,4 masas solares) podemos calcular su velocidad de escape

$$V_{esc\ rel} = c \sqrt{1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{MG}{Rc^2}\right)^2}}$$

$$V_{esc\ rel} = 0,99\ c$$

Más cálculos teóricos: aceleración de marea de NP0532

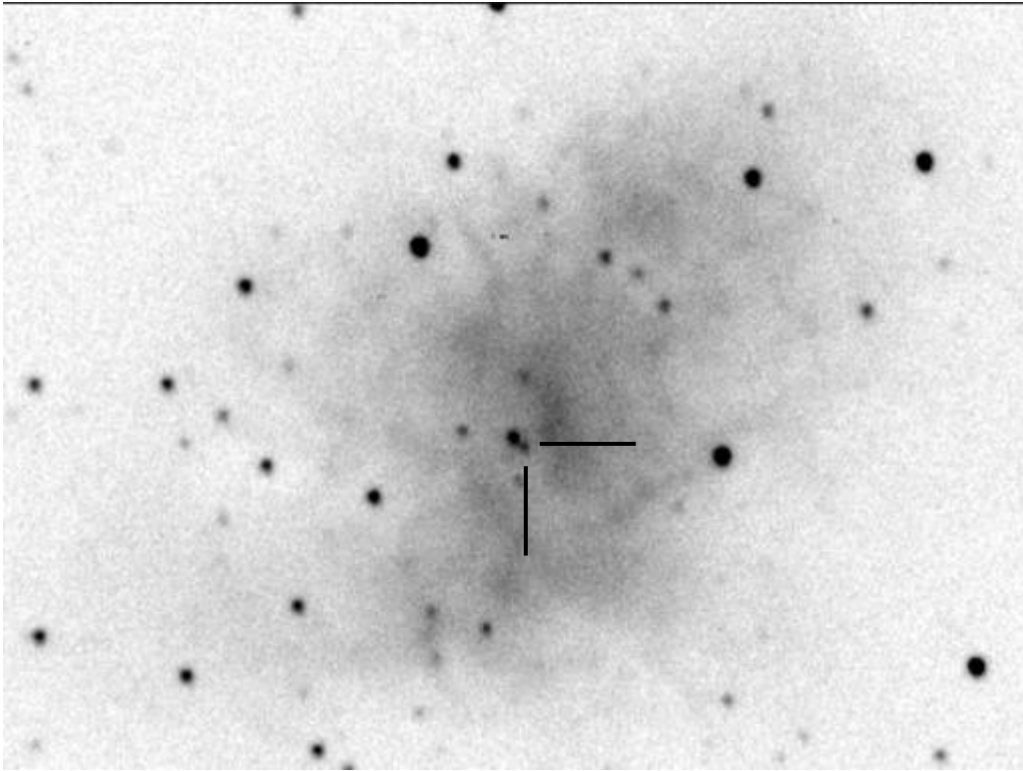


¿Qué aceleración de marea notaríamos si estuviéramos en su superficie y midiéramos 2m?

$$a_m = \frac{2GMd}{R^3}$$

$$a_m = 7,5 \cdot 10^{10} \text{ *gravedades terrestres*}$$

Más cálculos teóricos: límite de Roche de NP0532



¿A qué distancia su fuerza de marea rompería un astro como la Tierra?

$$d = 1,26 R \sqrt[3]{\frac{\rho_{en}}{\rho_T}}$$

Calculamos la densidad de NP0532:

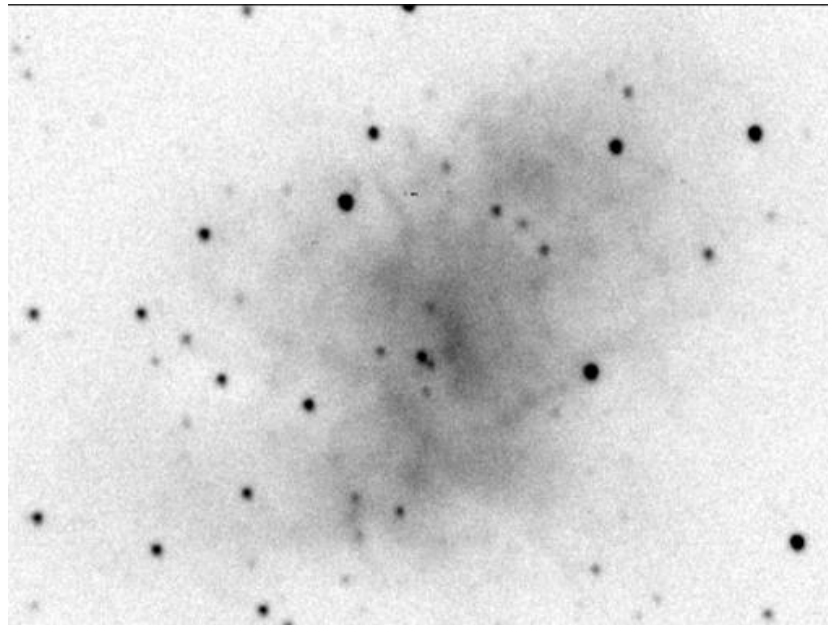
$$\rho_{en} = \frac{3M}{4\pi R^3} = 6,6 \cdot 10^{20} \text{ Kg/m}^3$$

La densidad de la Tierra vale: $\rho_T = 5,51 \cdot 10^3 \text{ Kg/m}^3$

$$d = 620.000 \text{ km}$$

Pero todavía podemos intentar medir más parámetros de NP0532

- NP0532 es un púlsar. ¿Podemos medir sus pulsaciones?
- Con espectroscopia ¿Podemos medir su composición química?
- Con espectroscopia ¿Podemos medir su velocidad de expansión?



A large, intricate nebula is the central focus, displaying a complex web of glowing filaments. The colors are primarily green and blue in the center, transitioning to orange and red towards the edges. The background is a deep black, densely populated with numerous small, bright white stars of varying sizes. A semi-transparent dark grey rectangular box is centered over the nebula, containing the text "Muchas gracias" in a white, bold, sans-serif font.

Muchas gracias