

Supernovas

Conocidas por siglos, pero muy raro: desde 1000 d.C.
solo 4 supernovas visibles sin telescopio – la ultima 1650
---> confusion con novas hasta 1885 d.C.

Nova S Andromedae (1885) aparentemente asociada con
nebulosa en Andromeda, pero distancia desconocida

1925: descubrimiento de estrellas individuales en
la nebulosa ---> propia galaxia
----> distancia muy grande
----> luminosidad mucho(!) mas grande de las
novas

hasta hoy: 3000 supernovas, pero todos en otras galaxias

luminosidad tipica: $30 * 10^9$ lum. solares

1930: dos tipos de supernovas por espectros diferentes:

tipo I - ningunas lineas de hidrogeno, lineas no
identificables

tipo II – lineas de hidrogeno

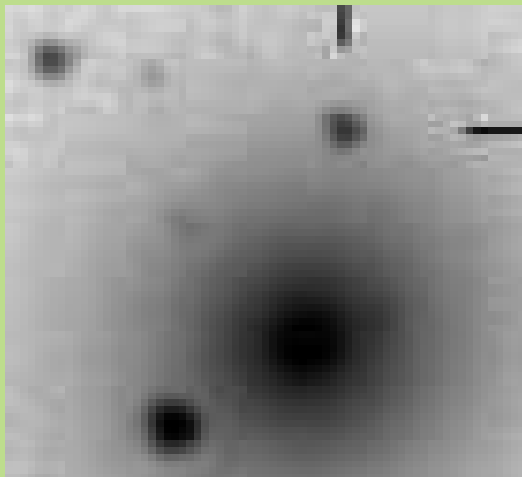
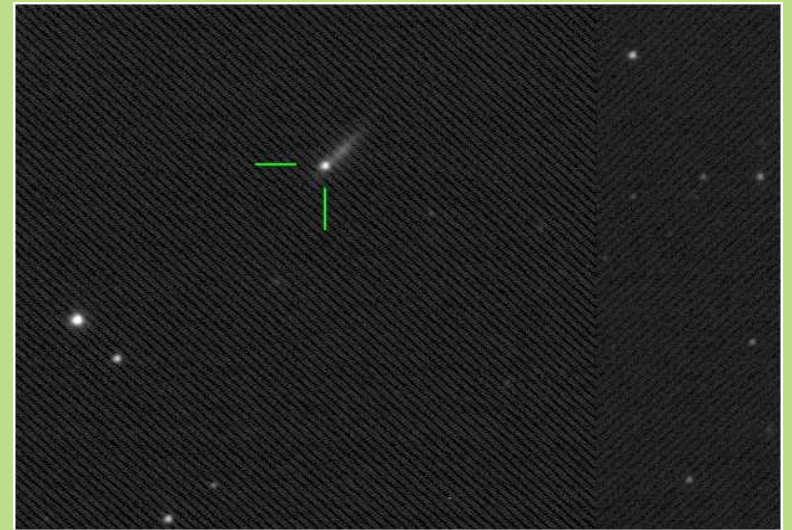
conclusion: tipo II relacionado a una estrella masiva

tipo I: ????

Supernova 1994 D en NGC 4526



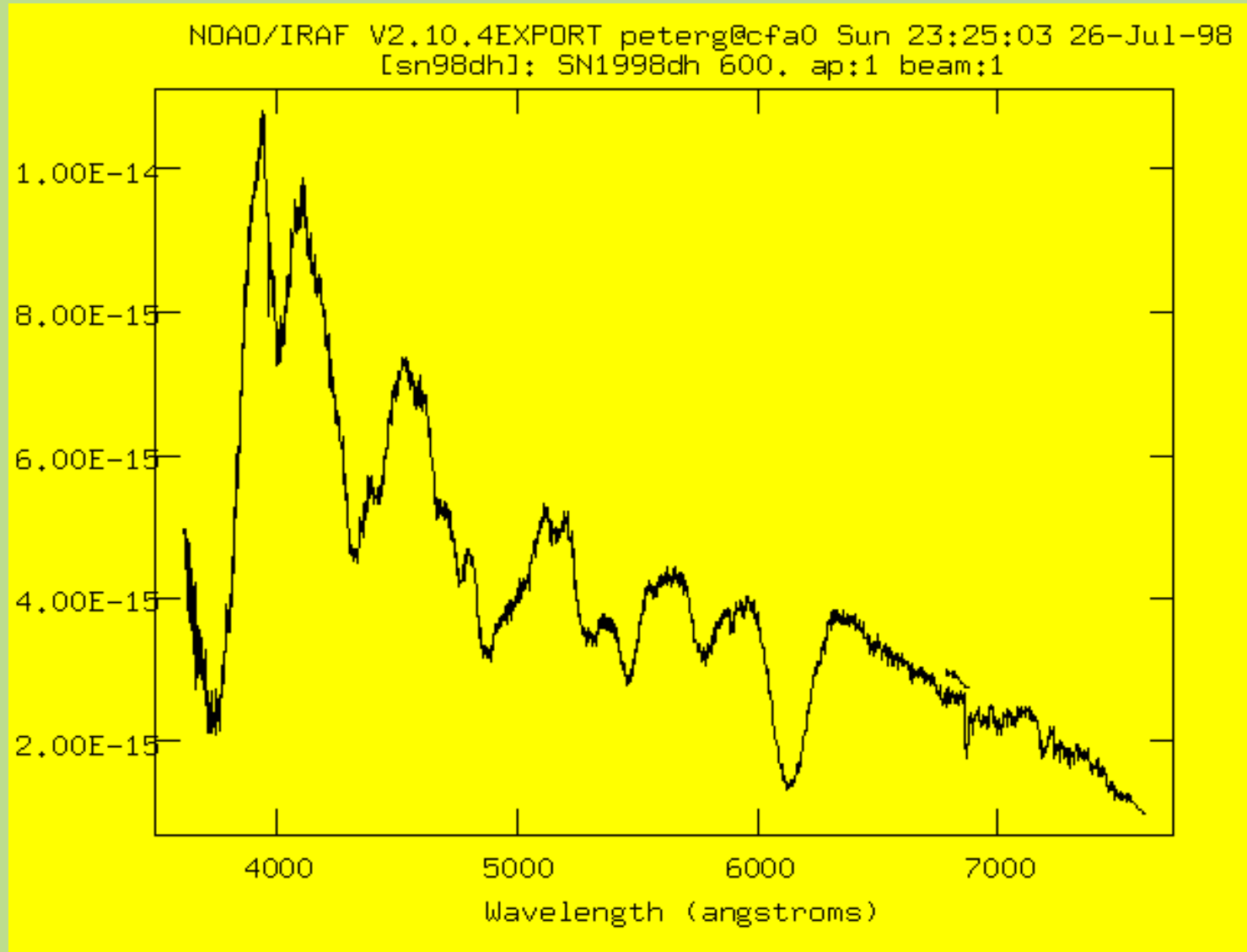
Supernova 2007fz en ???



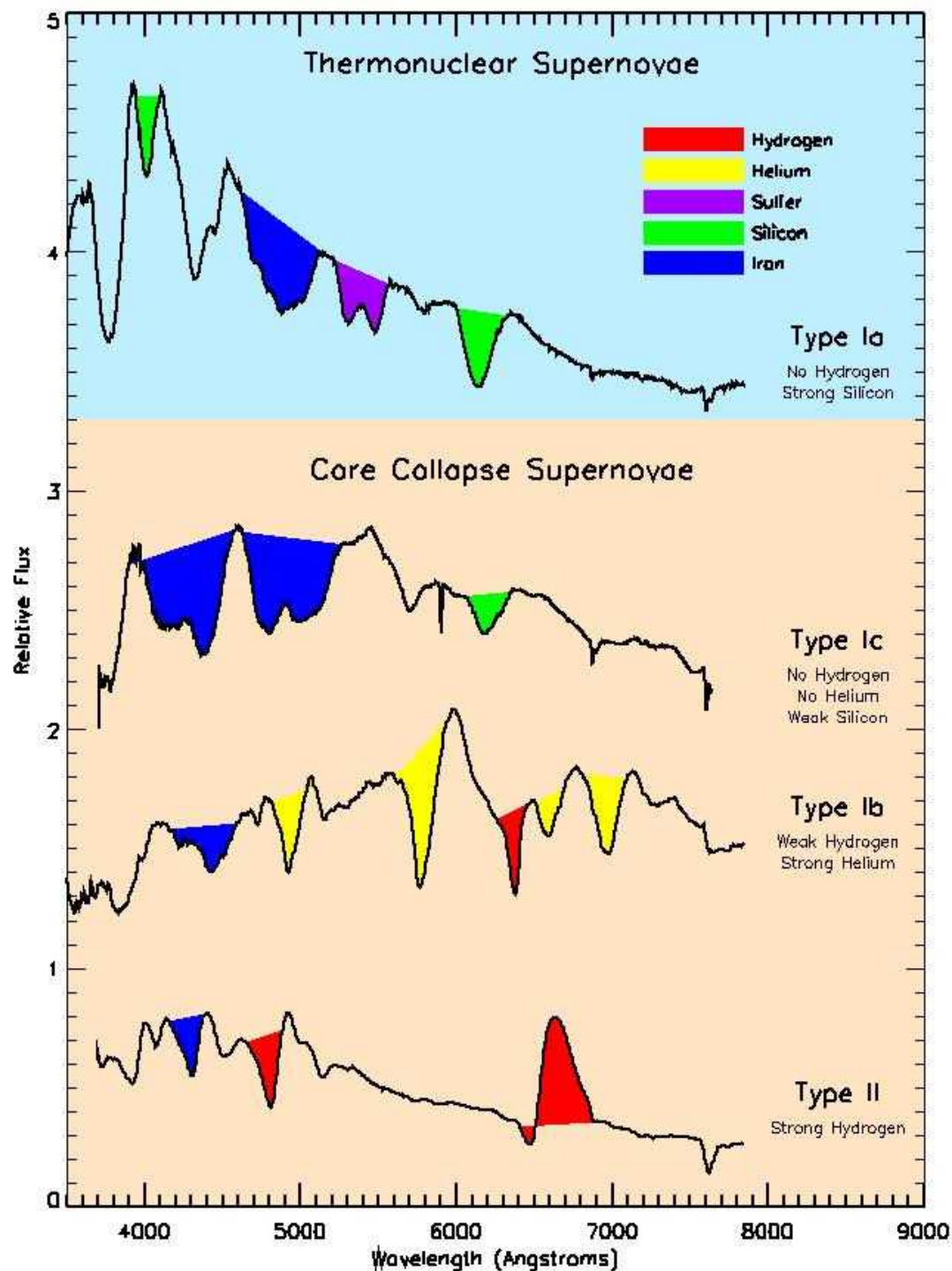
Supernova 2007on en NGC 1404

detectado ultimo lunes (2007/11/5)

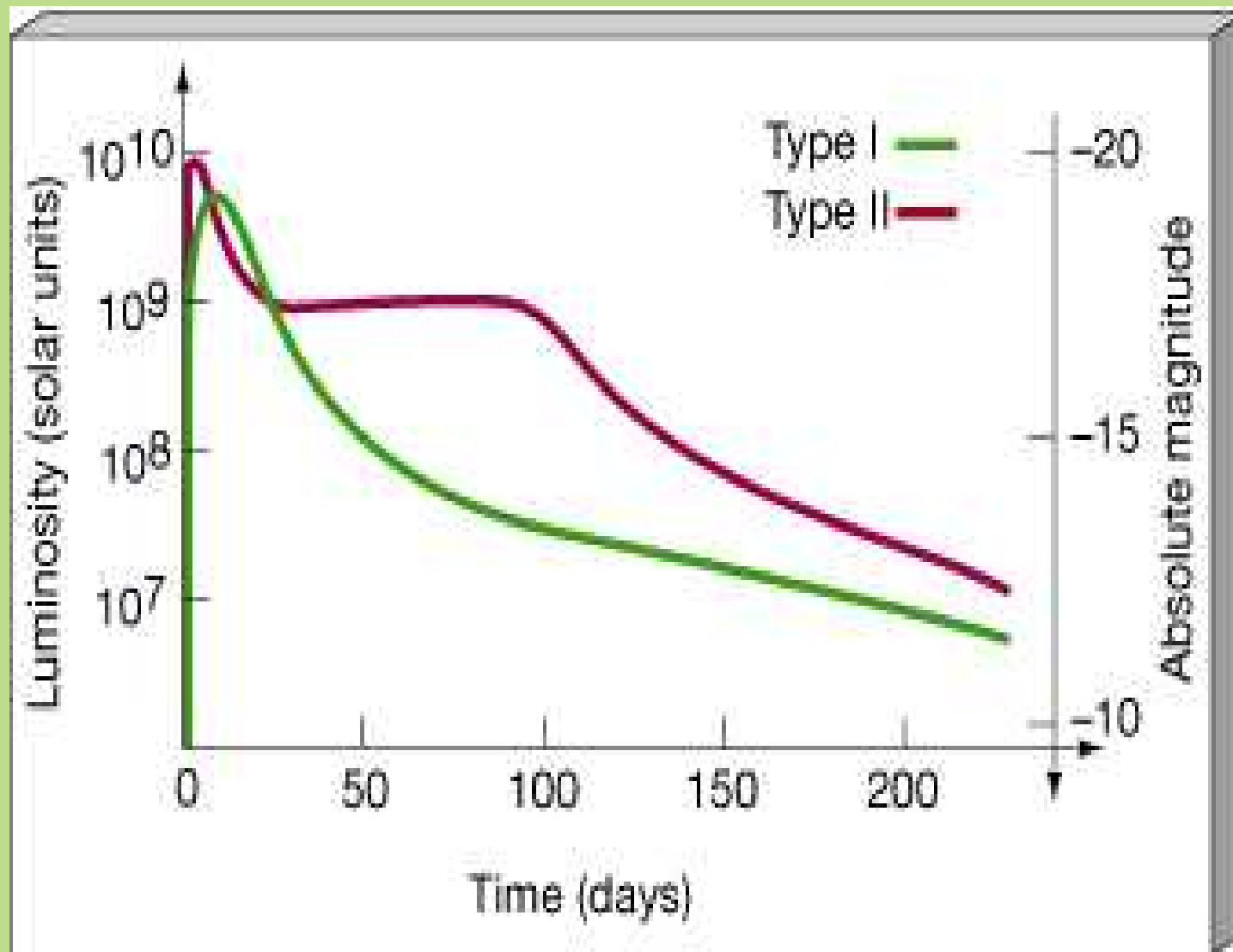
Espectro de una supernova de tipo I -- emisiones o absorciones?



clasificacion y idenificacion de elementos



tambien curvas de luz diferentes



Clasificación física

supernovas de núcleo colapsado (energía por gravitación)

tipo II: líneas de hidrógeno

tipo Ib: ninguna línea de hidrógeno

tipo Ic: ninguna línea de hidrógeno y helio

estrellas masivas, para Ib y Ic la explosión pasa después de pérdida de las capas exteriores

---> estrellas de Wolf-Rayet

se queda un núcleo ---> agujero negro, estrella de neutrones

Supernovas termonuclear

tipo Ia

enana blanca (oxígeno, carbono) en un sistema binarias
cerca de su masa crítica (masa de Chandrasekhar)

1.4 masas solares

transferida de masa a la enana blanca

masa se vuelve "supercrítica" --> pierde equilibrio

---> contracción ---> oxígeno enciende en la entera
enana blanca

---> ningún núcleo

ahora: nucleo consta de particulas elementales:

protones, electrones, fotones

con densidad muy alta

protones + electrones --> neutrones + neutrinos

neutrinos no interactuan con materia: se salen,

llevan 99% de la energia

neutrones: no propocionan presion

---> nucleo colapsa

onda de choque a traves la estrella

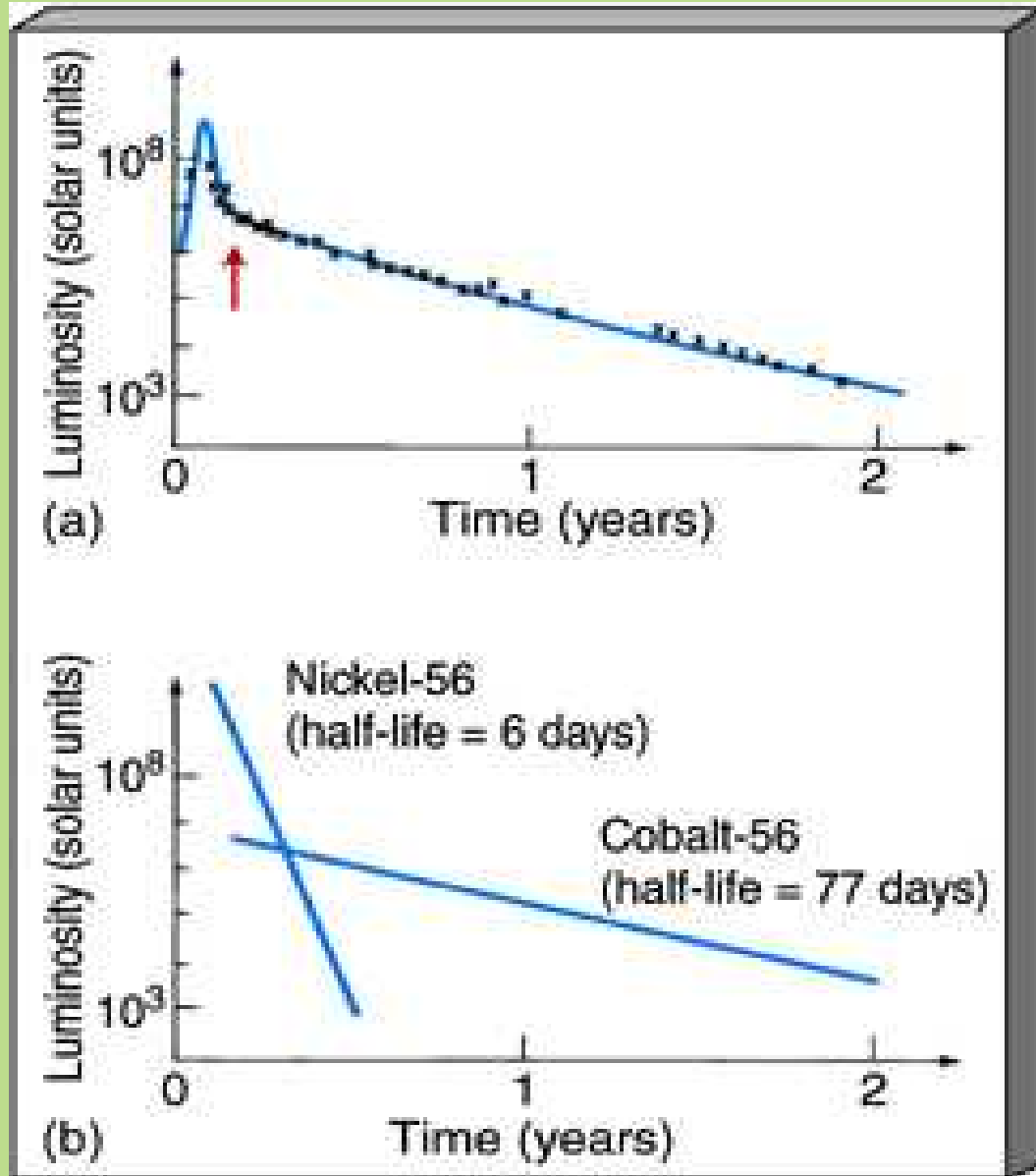
---> expansion fuerte de las capas exteriores

velocidades 20 000 km/s

si el nucleo tiene masa < 3.1 masa solares

---> estrella neutron

curva de luz de una supernova de tipo I:
linea recta en este diagrama significa funcion exponencial



proceso exponencial:
radioactividad!
identificacion por tiempo
de decaimiento

en esta fase, la luz viene del
decaimiento de Cobalto-56

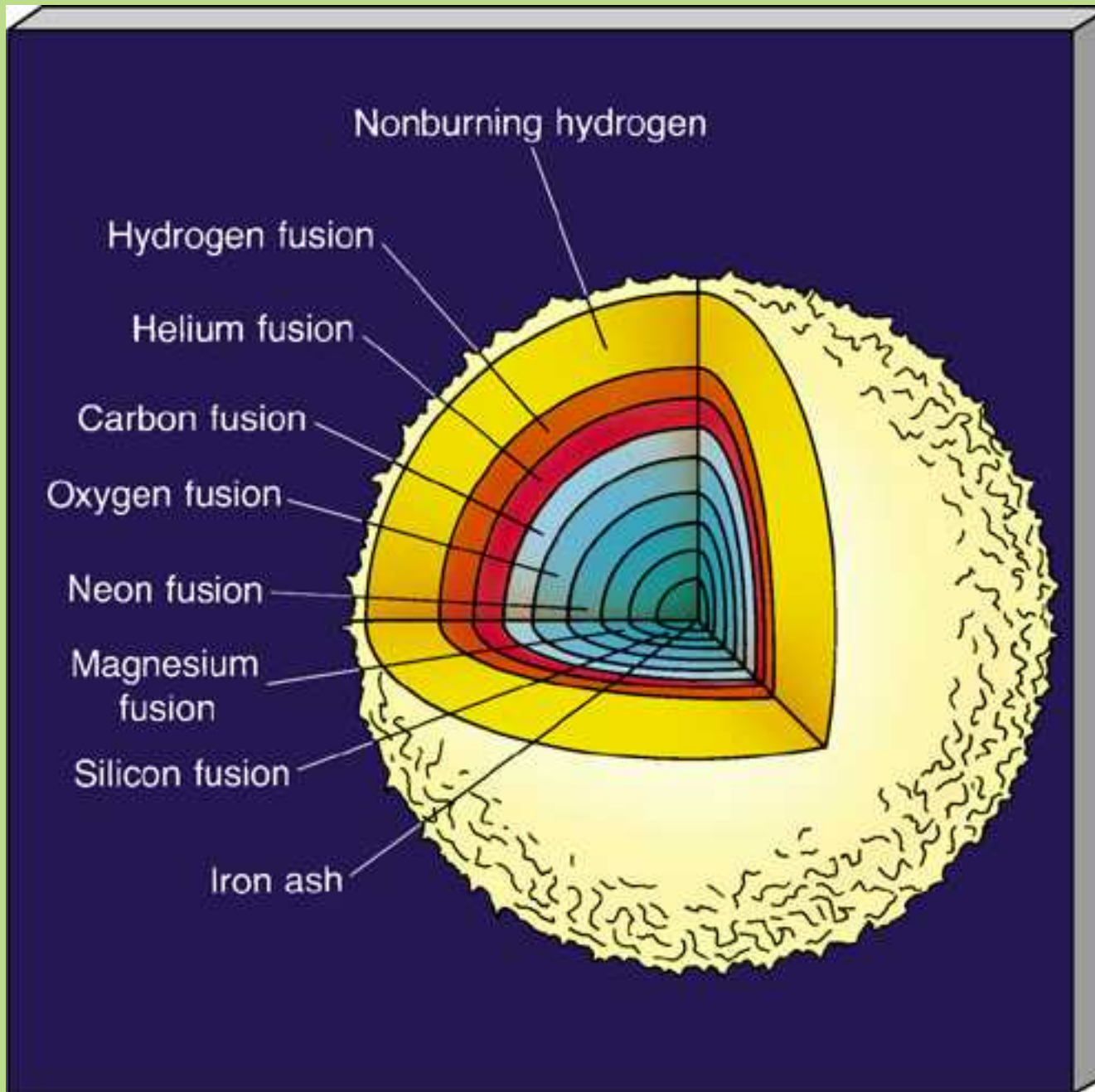
Co-56 ----> Fe-56

produccion de hierro!

Interpretacion

**supernovas termonucleares (energia de una enana blanca
como "bomba" de oxigeno)**

Interpretación moderna de supernovas tipo II: la muerte de una estrella masiva



cascara mas interior:
ceniza de hierro

no se puede encender
inestabilidad

---> contraccion

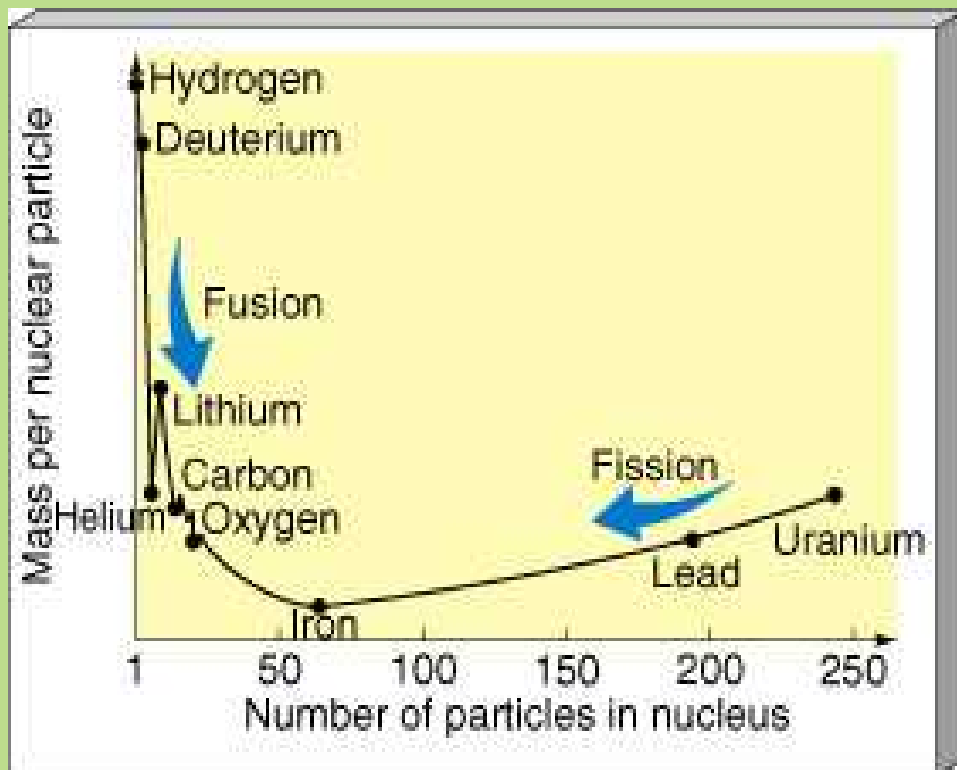
temperatura:
 10^{10} K

foto-desintegracion:

fotones poderosos ---> cortar nucleos de hierro y
elementos mas ligeros

este proceso consume energia!!

---> nucleo se enfria --> se vuelve mas denso

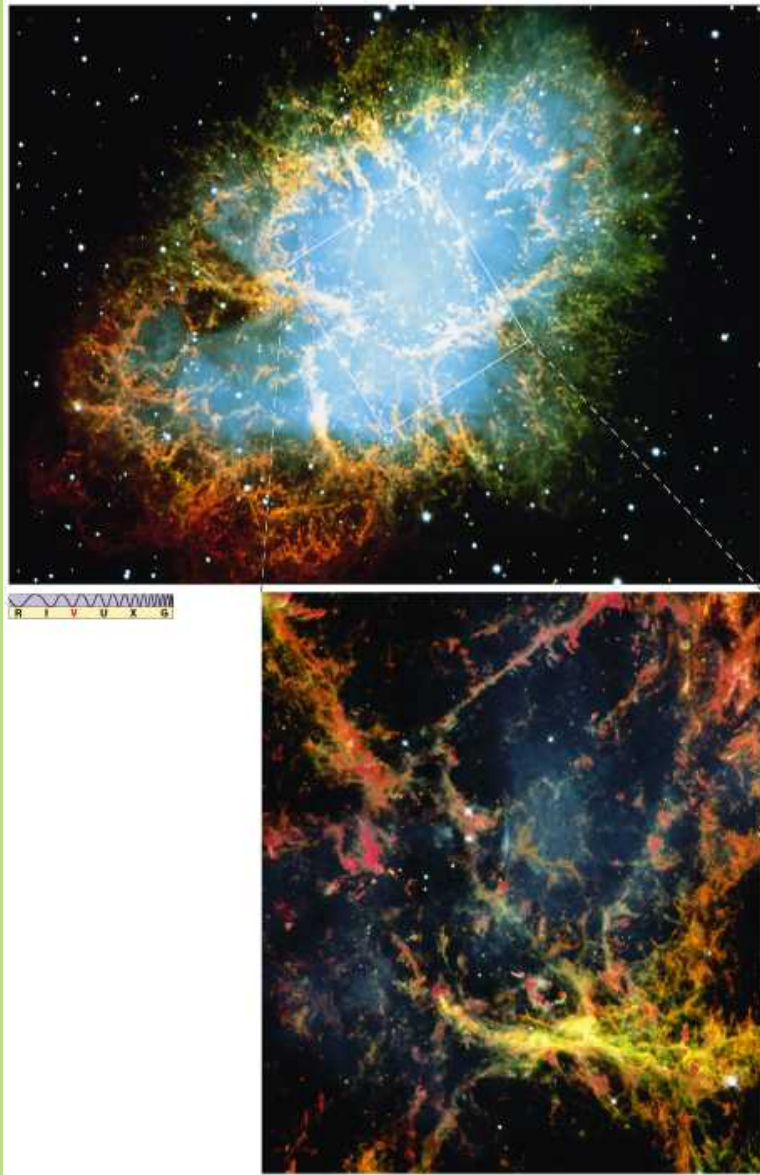


fusion: proporciona energia
hasta hierro
elementos mas pesado:
consume energia

si el nucleo tiene masa > 3.1 masas solares

---> ningun equilibrio posible ---> colapso

---> **agujero negro**



remanente de supernova en
Tauro del año 1054 d.c.

nucleo aparece como "pulsar"

pulsar: estrella neutron
diametro tipico: 10 km
densidad: 10^{18} g/cm³

supernova 1987 A en la nube grande de Magellan

flujo de neutrinos observado! prueba del modelo!



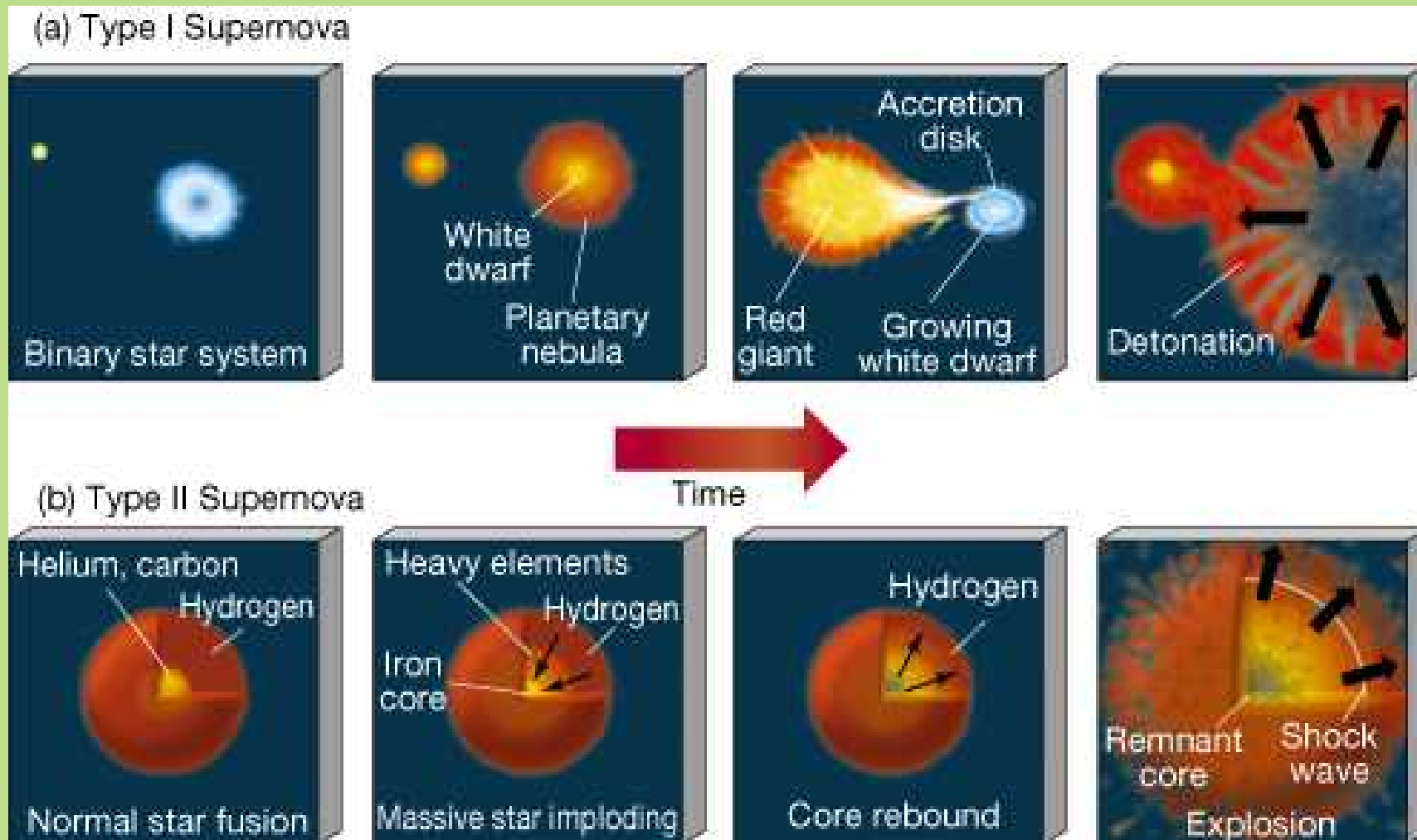
dos tipos de supernova :

tipo II (Ib, Ic)

-- gravitacion fuente de energia

tipo Ia

– energia nuclear



El origen de los elementos:

la fuente principal: interior de las estrellas masivas

hidrogeno existio antes ---> unica posibilidad: "big bang"

litio, berilio, boro tampoco estan formados en estrellas

carbono -----silicono: estrellas

la destruccion de hierro causa (!) la implosion del nucleo estelar ---> supernova tipo II

todos los otros elementos mas pesados:
supernovas tipo I y II

dos posibilidades

1) capturada de partículas alfa (núcleos de helio)

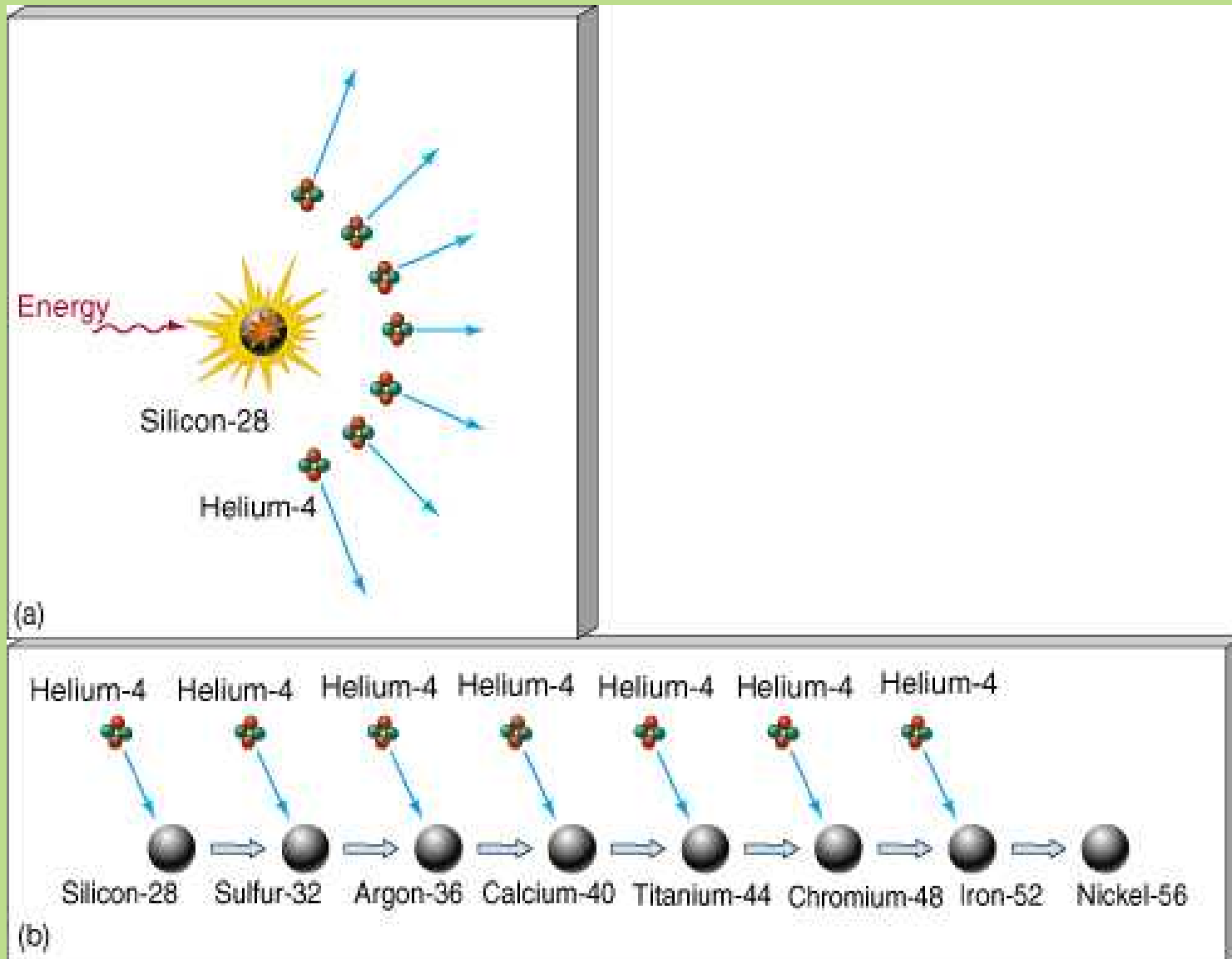
- > formación de isótopos pesados inestables
- > decaimiento beta
- > decaimiento alfa

2) capturada de neutrones

- > formación de isótopos pesados inestables
- > decaimiento beta
- > decaimiento alfa

siempre: se necesita alta temperatura y muy alta densidad de neutrones

alta temperatura: foton corta un nucleo de silico
generando nucleos He ----> muchos elementos



Elementos y su origen

H																	He		
Li	Be													B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg													Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
Fr	Ra																		
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

Big Bang

Supernovae

Large Stars

Small Stars

Cosmic Rays

Ciclo de elementos

primeras estrellas : solo H y He, poco Li, poco Be

primeras supernovas: elementos mas pesados, pero pocas

material de supernovas mezcla con material interestelar

proxima generacion de estrellas: elementos mas abundante

proxima generacion de supernovaetc. hasta el Sol

---> estrellas jovenes tienen mas elementos pesados

----> estrellas viejos tienen menos elementos pesados

Supernovas: creadores y distribuidores de elementos