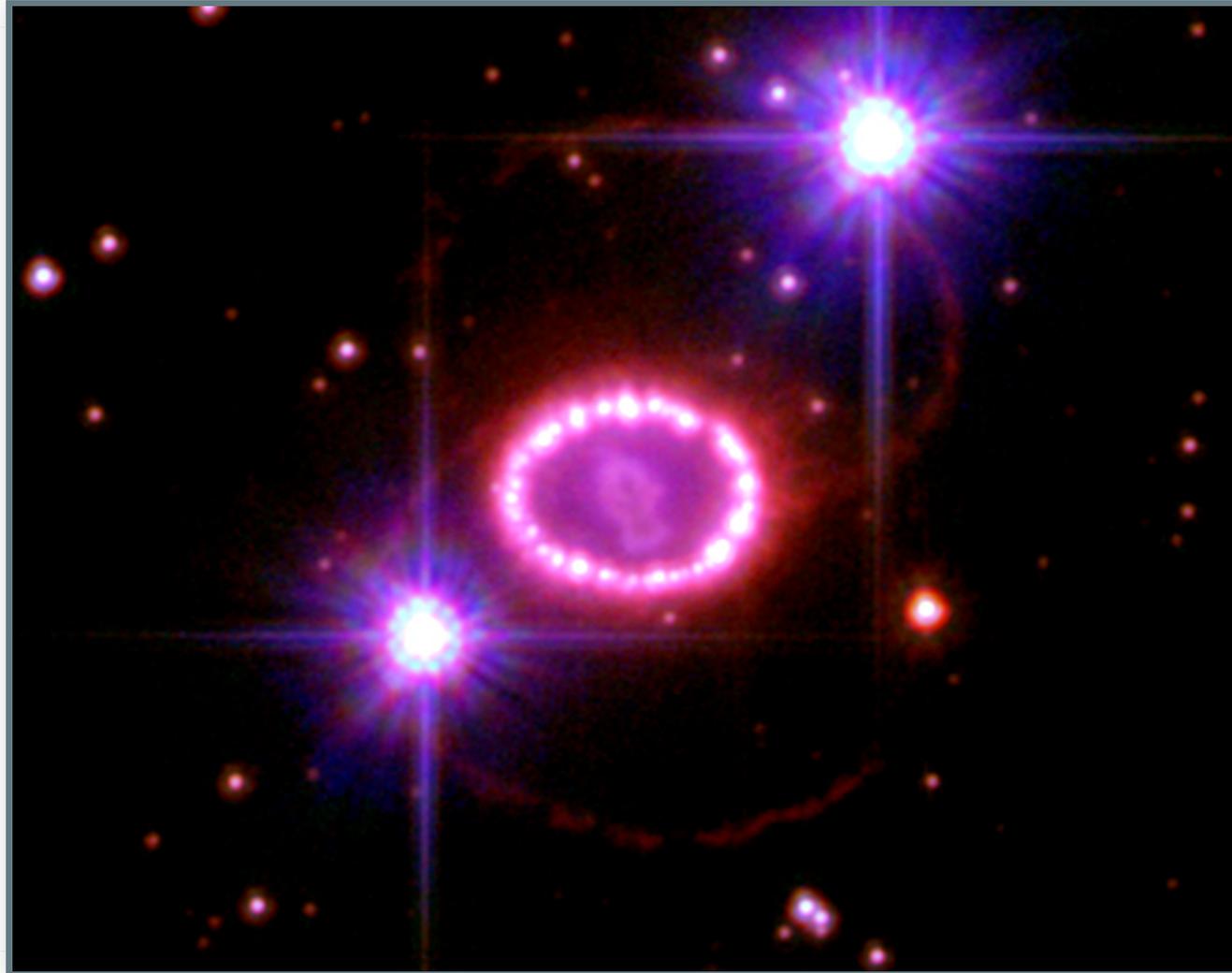


# GEBURT & TOD VON STERNEN



- Physik Q4 (sp, 23.03.2017)

# INTERSTELLARE MATERIE

- Interstellare Materie → Gas-Staub-Gemisch
- Zusammensetzung: 72 % H, 26 % He, 2 % schwerere Elemente
- Milchstraße → Anteil der interstellaren Materie → 2%
- Sterne werden gebildet aus interstellarer Materie



# STERNENTSTEHUNG

- Gravitationsinstabilitäten bewirken lokale Verdichtungen im Gas-Staub-Gemisch
- Zunahme der mittleren Dichte um den Faktor  $10^{20}$  (!)
- Gas-Staub-Gemisch → Wettstreit zw. Eigengravitation und Gasdruck



# PROTOSTERN I

- Protostern bildet sich um das Dichtezentrum
- Zunehmende Dichte bewirkt stärkere Absorption der Strahlung
- Stärkere Absorption bewirkt Temperaturerhöhung
- Durch Temperaturerhöhung werden H- und He-Atome ionisiert



# PROTOSTERN II

- Nach ca.  $10^6$  Jahren ist der größte Teil der Gaswolke auf den Protostern gefallen.
- Protostern ist nach aussen wahrnehmbar
- Nach ca.  $10^7$  Jahren finden erste Kernfusionsprozesse im Innern statt
- Strahlungsdruck beendet Kontraktionsvorgang
- Protostern → Stern: erreicht die Hauptreihe im HR-Diagramm.



# HAUPTREIHENSTADIUM

- Hauptreihenstadium = längstes Stadium im Leben eines Sternes
- Beispiel Sonne: ca.  $10^{10}$  Jahre
- Energie stammt aus Kernfusionsprozessen
- Masse entscheidet über die Verweildauer im Hauptreihenstadium
- größere Masse → höhere Leuchtkraft → Wasserstoff wird schneller "verbrannt"



# RIESENSTADIUM

- Im Sternzentrum ist das H-Vorrat verbraucht → Kernfusion verlagert sich in Kugelschale um das Zentrum
- Sternzentrum aus reinem Helium kontrahiert
- Bei ca.  $10^8$  K beginnt im Sternzentrum das He-Brennen
- größerer Energiestrom → Temperaturerhöhung → starke Zunahme der Ausdehnung
- HR-Diagramm → Stern wandert zu den Riesen- bzw. Überriesensternen

# PLANETARISCHE NEBEL



- Planetarischer Nebel → abgeblasene Gashölle eines Riesensternes
- Wird durch UV-Strahlung des Sternes zum Leuchten angeregt.

# WEISSE ZWERGE

- $M \leq 1.4 \cdot M_{\odot}$
- Radius  $r$ : zw. 5 000 bis 10 000 km
- Dichte ca.  $10^6 \text{ g/cm}^3$
- Kernenergiequellen erloschen  $\rightarrow$  Temperatur sinkt  $\rightarrow$  Leuchtkraft nimmt ab  $\rightarrow$  Stern wird "unsichtbar"! (Schwarzer Zwerg)

# NEUTRONENSTERNE

- $M \geq 1.4 \cdot M_{\odot}$
- Radius  $r$ : wenige km (!)
- Dichte ca.  $10^{14} \text{ g/cm}^3$  -  $10^{15} \text{ g/cm}^3$  (!)
- Elektronen werden in Atomkern "gequetscht" → Neutronen
- Wg. Drehimpulserhaltung extrem kurze Rotationsperiode im ms-Bereich
- **Pulsar**: Neutronenstern → sendet streng periodische Radioimpulse aus



# SUPERNOVAE



- Kernfusion bis zu Eisen-56 möglich
- reiner Eisenkern bricht unter der Eigengravitation zusammen
- Helligkeit erhöht sich um mehr als 20 Größenklassen (!)
- Supernova → Neutronenstern → Pulsar

# SCHWARZE LÖCHER

- $M \geq 3 \cdot M_{\odot}$
- Kollaps geht weiter ...
- Allgemeine Relativitätstheorie: Raum um Sternoberfläche wird gekrümmt
- Radius  $R < R_S$  (**S**: Schwarzschild) mit

$$R_S = \frac{2 \cdot G \cdot m}{c^2}$$

- **Schwarzes Loch**: Aus dem Bereich innerhalb von  $R_S$  kann kein Licht mehr nach außen kommen!



# QUELLEN

- Die Präsentation ist eine Zusammenfassung von Bardo Diehl u. a.: Physik Oberstufe, Cornelsen, 2008, *Kapitel 13.2.4 Sternentstehung und Sternentwicklung*.
- Die Bilder stammen alle aus Wikipedia und sind gemeinfrei.



# ENDE

- Präsentation erstellt mit [Reveal.js](#)
- → [Zurück zur Startseite ...](#)

