

Übungen zur Vorlesung „Astronomie und Astrophysik 1“, WS 2019/20

5. Übungsblatt vom 10.12.2019

Abgabe der schriftlichen Aufgabe: Dienstag, 17.12.2019, 14:45 Uhr, nach der Vorlesung.

Aufgabe 13: Magnetische Dipolstrahlung von Pulsaren**6 Punkte**

Der Poynting-Vektor des von einem zeitlich veränderlichen magnetischen Dipol erzeugten Strahlungsfeldes ist in der Fernzone gegeben durch

$$\vec{S}(\vec{r}, t) = \frac{\varepsilon_0}{16\pi^2 c} |\ddot{\vec{m}}|^2 \frac{\sin^2 \vartheta}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}.$$

Dabei ist \vec{r} der Vektor vom Dipol zum Beobachtungspunkt, $\vec{m} = \vec{m}(t - \frac{r}{c})$ das retardierte magnetische Dipolmoment und ϑ der Winkel zwischen \vec{m} und der Beobachtungsrichtung. Berechnen Sie die von einem mit der Frequenz ω rotierenden magnetischen Dipol (Pulsar) der Stärke m_0 abgestrahlte Leistung \bar{S} für den Fall, dass das Dipolmoment auf der Rotationsachse senkrecht steht (senkrechter Rotator).

Ergebnis: $\bar{S} = \frac{\varepsilon_0}{6\pi c} \omega^4 m_0^2$ **Aufgabe 14: Abbremsung eines Neutronensterns****(schriftlich) 10 Punkte**

Ein homogen magnetisierter rotierender Neutronenstern (senkrechter Rotator) emittiert magnetische Dipolstrahlung und wird dadurch allmählich abgebremst. Berechnen Sie den Zusammenhang zwischen der Polfeldstärke B_0 ($= 2m_0/R^3$, m_0 : magnetisches Moment), der Rotationsperiode P und ihrer Ableitung \dot{P} , indem Sie die zeitliche Änderung der Rotationsenergie $E_{\text{rot}} = \frac{1}{2}I\omega^2$ mit der Abstrahlung \bar{S} gleichsetzen.

Welches Polmagnetfeld ergibt sich für den Crab-Pulsar, wenn Sie für I das Trägheitsmoment einer homogenen Vollkugel mit 1,5 Sonnenmassen und einem Radius von 10 km verwenden? Daten vom 15.10.2018: $P = 0,033754318$ s, $\dot{P} = 4,2003191 \times 10^{-13}$ s/s.

Aufgabe 15: Millisekundenpulsare**4 Punkte**

Für einen extrem kurzperiodischen Pulsar werden eine Periode von $P = 1,557806$ ms und eine Periodenänderung von $\dot{P} = 1,0508 \cdot 10^{-19}$ s/s gemessen.

a) Suchen Sie auf dem Klavier denjenigen Ton, dessen Frequenz der des Pulsars am nächsten liegt. Der Kammerton a' hat 440 Hz.

b) Nach welcher Zeit „singt“ bei gleichbleibendem \dot{P} der Pulsar um einen halben Ton tiefer? (Anmerkung: 1 Oktave $\hat{=}$ 12 Halbtonschritte $\hat{=}$ Frequenzverdopplung)