

„Gravitationswellen - ein neues Fenster zum Universum“

P. Aufmuth und A. Rüdiger., Physik in unserer Zeit 2000 (1), pp. 14-21

- 1) Im Text wird als optimale Länge der Interferometerarme 150 km angegeben. Warum? Welche Länge ist ideal um Gravitationswellen mit einer Frequenzen von 1 mHz nachzuweisen. Vergleiche mit der geplanten Armlänge von LISA.
- 2) Die angestrebten Sensitivität von GEO600 beträgt $h = 10^{-23}$.
 - a. Um wie viel darf sich die Länge der Interferometerarme maximal ändern um diese Sensitivität zu erreichen?
 - b. Limitiert durch das Photonenschrottrauschen ist die kleinste messbare Auslenkung der Interferometerspiegel gegeben durch $\delta x^2 = \frac{\hbar c \lambda}{4\pi P}$.
Wenn die Auflösung nur durch Photonenrauschen beschränkt wäre, welche Lichtleistung P wäre dann nötig um die angestrebte Sensitivität zu erreichen?
 - c. Was bringt in diesem Zusammenhang „Power Recycling“ und wie funktioniert es?
- 3) Beim amerikanischen Gravitationswellendetektor LIGO werden in den 4 km langen Armen Fabry-Pérot Resonatoren verwendet um eine längere effektive Armlänge zu erreichen. Wie hoch muss die Finesse dieser Resonatoren sein um Gravitationswellen von 1 kHz optimal nachweisen zu können? Welcher Reflektivität der Spiegelschichten entspricht das?

Zusatzfragen zur Besprechung in der Übung:

- 4) Was sind Gravitationswellen? Wie entstehen sie? Welche Quellen von Gravitationswellen gibt es? Welche Stärke haben sie?
- 5) Welche Störungen müssen bei dem Gravitationswellendetektor GEO600 kompensiert werden und wie wird das realisiert? Welchen Einfluss haben die Störungen auf die Bandbreite?
- 6) Was ist „Signal Recycling“? Wie erklärt sich, dass eine Gravitationswelle den umlaufenden Laserstrahlen Seitenbänder aufprägt?

Abgabe und Besprechung am 13. Mai 2009