

Übungen zur Einführung in die
Astronomie und Astrophysik I, 5

1. Ein Asteroid näherte sich dem Erdmittelpunkt auf $r_p = 7000 \text{ km}$ und habe eine Geschwindigkeit von $v_p = 20 \text{ km s}^{-1}$.
- Welche Aussage können Sie über die Bahn des Asteroiden machen?
 - Welche Geschwindigkeit v hat er in großer Entfernung von der Erde? (Hinweis: Der gravitative Einfluss anderer Objekte möge vernachlässigbar sein)

(2 Punkte)

2. Die Stabilität eines Himmelskörpers, der Gezeitenkräften ausgesetzt ist, wird durch die sog. Roche-Grenze definiert.
- Wie nahe darf demnach ein Komet der Sonne kommen, ohne zu zerfallen? Für Kometenkerne wird allgemein eine mittlere Dichte $\bar{\rho} = 1000 \text{ kg m}^{-3}$ angenommen.
 - Berechnen Sie die Roche-Grenze für den Marsmond Phobos, der den Planeten in einem Abstand von etwa 9400 km (große Halbachse) umkreist. Diskutieren Sie das Ergebnis. ($\bar{\rho}_{\text{Phobos}} = 1890 \text{ kg m}^{-3}$, $\bar{\rho}_{\text{Mars}} = 3930 \text{ kg m}^{-3}$, $R_{\text{Mars}} = 3385 \text{ km}$)
 - Warum werden künstliche Erdsatelliten nicht unter dem Einfluss der Gezeitenkraft zerrissen?

(2 Punkte)

3. Die Gezeitenreibung sowie postglaziale Landhebung bewirken eine Verlangsamung der Erdrotation um derzeit $17 \mu\text{s a}^{-1}$ und führen zu einer Zunahme des Bahndrehimpulses des Mondes, der sich dadurch von der Erde entfernt. Im Folgenden sollen die Konsequenzen für das System Erde-Mond untersucht und quantifiziert werden.
- Berechnen Sie den Bahndrehimpuls des Erde-Mond-Systems L_B und den Eigendrehimpuls der Erde S_{\oplus} (der entsprechende Beitrag des Mondes ist vernachlässigbar). Berücksichtigen Sie dabei, dass das Trägheitsmoment der Erde 83% desjenigen einer homogenen Kugel vom gleichen Radius entspricht.
 - Zeigen Sie, dass sich aus der Gesamtdrehimpulserhaltung folgende (relative) Bahnradienänderung ergibt:

$$\frac{\dot{r}}{r} = 2 \frac{S_{\oplus} \dot{P}_{\oplus}}{L_B P_{\oplus}}.$$

- Berechnen Sie die relative Bahnradienänderung sowie die jährliche Vergrößerung des Abstandes zwischen Erde und Mond. Vergleichen Sie den Wert mit den Lidar-Messergebnissen von $3,8 \text{ cm a}^{-1}$.

(4 Punkte)

4. Betrachten Sie die Geometrie einer totalen Mondfinsternis, bei der sich Sonne, Erde und Mond in einer Ebene bewegen.
- Bestimmen Sie den Radius R des Kernschattens in Mondentfernung (auf der Basis des mittleren Abstandes von $r_{\zeta} = 3,844 \times 10^5 \text{ km}$).
 - Wie lange dauert die Totalitätsphase?

(2 Punkte)