Theoretische Physik I: Klassische Mechanik

Prof. F.Wegner, Universität Heidelberg, WS 2004/05
11. Übungsblatt: Präsenzübung 19.01.05, Hausaufgabe Abgabetermin 21.01.05.

P15. Man zeige, dass die Bewegung einer geladenen Masse in einem Magnetfeld $\vec{B} = B\vec{e}_z$ und einem elektrischen Potential $\Phi(\vec{x})$ gleich der Bewegung eines ungeladenen Massenpunktes in einem mit einer Frequenz $\vec{\omega} = \omega\vec{e}_z$ rotierenden Bezugssystem und einem Potential $V(\vec{x})$ ist. Beide Potentiale seien bezüglich der z-Achse zylindersymmetrisch. Welche Beziehung besteht zwischen B und ω? Welche zwischen V und Φ?

P16. Berechne die Poisson-Klammern

$$\{L_z, x\},\ \{L_z, y\},\ \{L_z, z\}.$$

H23. Gezeiten

a) Berechne das effektive Potential $\mathcal{V}_{\text{eff}} = m\left(-\frac{1}{2}\omega^2\vec{x}^2 - \frac{\gamma m_{\text{Erde}}}{r} - \frac{\gamma m_2}{|\vec{x}-\vec{x}_2|}\right)$ für Punkte auf der Erdoberfläche $\vec{x} = \vec{x}_{\text{Erde}} + r(\sin\vartheta\cos\phi\vec{e}_x + \sin\vartheta\sin\phi\vec{e}_y + \cos\vartheta\vec{e}_z)$ bis zur zweiten Ordnung in r. Dabei sind m_2 und x_2 Masse und Ort des anderen Himmelkörpers (Mond bzw. Sonne), $\vec{x}_{\text{Erde}} = -\frac{m_2}{m_2+m_{\text{Erde}}}R\vec{e}_x$, $\vec{x}_2 = \frac{m_{\text{Erde}}}{m_2+m_{\text{Erde}}}R\vec{e}_x$.
(3 Punkte)

b) Wie groß ist der maximale Unterschied des Potentials? (1 Punkt)

c) Welchem Gezeitenhub in Metern entspricht dieser Potentialunterschied?
(1 Punkt)

d) Das Potential ist von der Form $V = C_1 + C_2\frac{m_2}{R^3}\sin^2\vartheta\cos^2\varphi$. Warum sind die Gezeiten bei Vollmond und Neumond besonders ausgeprägt? (1 Punkt)

e) Die Gezeiten werden stärker vom Mond als von der Sonne beeinflusst. Sonne und Mond erscheinen von der Erde praktisch unter dem gleichen Winkel (deutlich bei Sonnenfinsternissen). Ist demnach die Dichte des Mondes oder der Sonne größer?
(2 Punkte)

($r = 6370$ km, $m_{\text{Mond}} = m_{\text{Erde}}/81$, $R_{\text{Erde-Mond}} = 384000$ km,
$m_{\text{Sonne}} = 333400\ m_{\text{Erde}}$, $R_{\text{Sonne-Erde}} = 150$ Millionen km.)

H24. Auf der rotierenden Erde fliegt ein Flugzeug mit der Geschwindigkeit v längs eines Meridians. Seine geographische Breite sei χ. Man gebe den Betrag der Geschwindigkeit an, bei der Zentripetal - und Coriolisbeschleunigung betragsmäßig gleich sind. Welcher Wert ergibt sich für $\chi = 45^0$ (Erdradius = 6370 km)?

(3 Punkte)

H25. Die Hamilton-Funktion des geladenen Massenpunktes im elektromagnetischen Feld hat die Form:

$$\mathcal{H} = \frac{1}{2m}\left(\vec{p} - \frac{e}{c}\vec{A}(\vec{x})\right)^2 + e\Phi(\vec{x}).$$

Stellen Sie die Bewegungsgleichungen auf.

(3 Punkte)