Universität Heidelberg WS 07/08

7. Übungsblatt zur Vorlesung Theoretische Physik I (Mechanik)

Abgabe der Lösungen: in den Übungen der 10. Semesterwoche (12. Dezember 2007)

Aufgabe 27: (5 Punkte)

Betrachten Sie eine dünne Kugelschale mit Radius R und Gesamtmasse M. Zeigen Sie, dass das gravitative Kraftfeld in ihrem Inneren verschwindet

a) durch direkte Integration der infinitesimalen Beiträge zum Potential,

b) durch Symmetriebetrachtungen und Anwendung des Gaußschen Satzes,

c) durch Analyse der Kompensation von Kräften, die durch (geschickt gewählte) infinitesimale Oberflächenelemente verursacht werden. (Strahlensatz!)

Zeichnen Sie das Potential $V(r)$, $0 < r < \infty$. (Wenn Sie ohne die explizite Rechnung von a. auskommen wollen, müssen Sie sich dazu klarmachen, ob $V(r)$ bei $r = R$ stetig ist.)

Aufgabe 28: (5 Punkte)

Der kleine Konrad möchte seine Freundin Cornelia in Neuseeland besuchen. Dazu gräbt er sich einen Tunnel durch den Erdmittelpunkt. Nach seinem Besuch kehrt er zurück, indem er sich in den Tunnel fallen lässt. Dabei fliegt er in der ihm typischen Weise ohne Luftreibung durch den Tunnel. Bestimmen Sie die Zeit, die Konrad auf seinem Rückweg unterwegs ist. (Nehmen Sie an, dass die Erde eine Kugel mit konstanter Dichte ist. Die mittlere Dichte der Erde beträgt etwa 5.5 $\mathrm{g/cm^3}$. Die Erdrotation brauchen Sie nicht zu berücksichtigen.)

Aufgabe 29: (5 Punkte)

Zeigen Sie, dass die in Polarkoordinaten durch $r = p/(1 + e\cos\phi)$ definierte Kurve $(p, e > 0)$ in geeignet gewählten kartesischen Koordinaten durch $(x/a)^2 \pm (y/b)^2 = 1$ beschrieben werden kann. (Die unterschiedlichen Vorzeichen entsprechen den beiden Fällen $e < 1$ und $e > 1$). Geben Sie jeweils a und b als Funktionen von p und e an. Überprüfen Sie auch, dass man im Grenzfall $e = 1$ die bekannte Definition einer Parabel in kartesischen Koordinaten erhält.