# Übungen zur Klassischen Physik I (Nebenfach)

WS 2011/12 7. Übung (Blatt 1) 12.12.2011

**<u>32. Aufgabe:</u>** *Gravitationspotenzial und -feldstärke*

Zwei gleiche, homogene Kugeln der Masse $M$ werden an den Raumpunkten mit den Koordinaten $\vec{r}_1 = (0, a, 0)$ und $\vec{r}_2 = (0, -a, 0)$ fixiert ($a > 0$). Zeichnung anfertigen!

a) Bestimmen Sie mit dem Superpositionsprinzip das von den Massen erzeugte Gravitationspotenzial $\varphi(\vec{r}) = \varphi(x, y, z)$ an einem beliebigen Raumpunkt $\vec{r} = (x, y, z)$ außerhalb der Massen.

b) Berechnen Sie <u>durch Gradientenbildung</u> die Gravitationsfeldstärke $\vec{g}(\vec{r})$.

Irgendwo auf der $x$-Achse wird nun eine kleine Probemasse $m$ ($m << M$) angebracht.

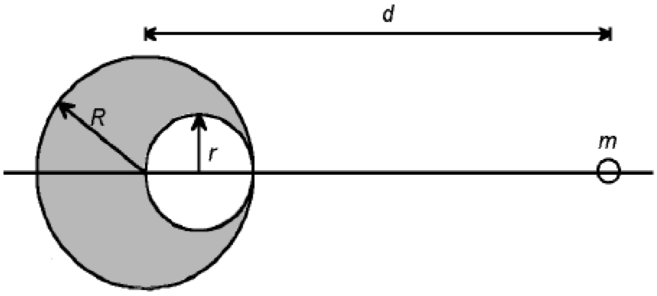
c) Berechnen Sie mit den Ergebnissen aus a) und b) die potentielle Energie und die Kraft auf die Probemasse in Abhängigkeit von ihrer Position auf der $x$-Achse.

d) Berechnen Sie zur Kontrolle die Kraft auf die Probemasse auch direkt durch Anwendung des Gravitationsgesetzes und des Superpositionsprinzips.

**<u>33. Aufgabe:</u>** *Gravitationswechselwirkung*

In einer Metallkugel mit Radius R wurde ein kugelförmiger Hohlraum mit dem Radius $r = R/2$ hergestellt (siehe Abbildung).

Ermitteln Sie einen Ausdruck für die Kraft, mit der eine zweite Kugel der Masse $m$ aufgrund der Gravitationswechselwirkung angezogen wird. Der Abstand der Kugelmittelpunkte sei $d$ und die Masse des ausgehöhlten Körpers $M$.




**<u>34. Aufgabe:</u>** *Van der Waals Wechselwirkung*

Für die Kraft der Van der Waals Wechselwirkung gilt $\vec{F}(\vec{r}) = \alpha \cdot \left( \frac{C}{r^{13}} - \frac{D}{r^{7}} \right) \cdot \vec{e}_r$, wobei α, C und D positive reelle Konstanten sind.

a) Berechnen sie die potenzielle Energie $E_{pot}(r)$, der Potenzialnullpunkt liege im Unendlichen.

b) Welchen minimalen Wert nimmt $E_{pot}(r)$ an und an welchem Ort $r$?

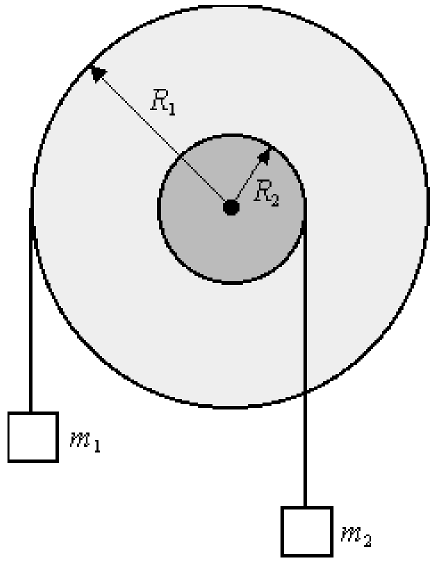
c) Plotten Sie $F$ und $E_{pot}$ (z.B. unter Verwendung von Vivitab oder Mathelab, Links siehe Übungswebseite). Die drei Konstanten sind positiv und geeignet zu wählen.

# Übungen zur Klassischen Physik I (Nebenfach)

WS 2011/12 7. Übung (Blatt 2) 12.12.2011

**<u>35. Aufgabe:</u>** *Wellrad*

Zwei Massestücke sind an (masselosen) Seilen befestigt, die über zwei konzentrische Scheiben unterschiedlicher Radien gewickelt sind. Die Scheiben sind über eine gemeinsame Drehachse fest miteinander verbunden. Die Achse ($z$-Richtung aus der Zeichenebene heraus) ist reibungsfrei gelagert und hält die gesamte Anordnung.




Gegeben:
J: gesamtes Trägheitsmoment der Scheiben mit Achse
$m_1$
$R_1 > R_2$

a) In welchem Verhältnis muss $m_2$ zu $m_1$ stehen, damit sich das System im Gleichgewicht befindet?

An $m_1$ wird nun vorsichtig ein weiteres Massestück ($m_3 = m_1$) angehängt und losgelassen. Das System setzt sich in Bewegung.

b) Welchen gesamten Drehimpuls $\vec{L}_A$ hat das System (drehende Scheiben mit Achse und drei bewegte Massen!) bezüglich des Mittelpunkts A der Achse, wenn sich die Scheiben mit der Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega} = \omega \cdot \mathrm{e}_z$ drehen? (Die z-Achse zeige aus der Zeichenebene heraus!)
c) Welches resultierende, äußere Drehmoment $\vec{M}_A$ bezüglich A wirkt auf das System?
d) Bestimmen Sie mit b) und c) über den allgemeinen Zusammenhang zwischen Drehmoment und Drehimpuls die Winkelbeschleunigung (also die Bewegungsgleichung $\ddot{\varphi} = ...$)!
e) Mit welchen Translationsbeschleunigungen bewegen sich die an den Seilen hängenden Massen? (In Abhängigkeit von der Winkelbeschleunigung angeben!) Wie groß sind dann die Zugkräfte in den Seilen? Kräftediagramme!