Theoretische Physik I	**Klausur**	11.2.2009

Zugelassene Hilfsmittel: Keine. Sechs Punkte reichen zur Note 4,0.

Aufgabe 1: Die Newtonsche Bewegungsgleichung in einem rotierenden System (mit Winkelgeschwindigkeit ω) lautet

$$m\ddot{\vec{x}} = \vec{F} - m[\dot{\vec{\omega}} \times \vec{x} + 2\vec{\omega} \times \dot{\vec{x}} + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{x})] \ .$$

(a) Warum handelt es sich hier *nicht* um ein Inertialsystem (2 Punkte)?

(b) Skizzieren Sie die Richtung der Coriolis-Kraft (links oder rechts bzgl. $\dot{\vec{x}}$) für einen Massenpunkt der sich entlang des nullten Längengrads vom Nordpol zum Südpol bewegt und dann zurück zum Nordpol entlang des 180. Längengrads (4 Punkte). [Hinweis: Der Vektor $\vec{\omega}$ zeigt vom Südpol Richtung Nordpol.]

Aufgabe 2: Ein homogenes Seil der Länge L wird an zwei Punkten (Horizontalabstand d, mit $d < L$; Vertikalabstand 0) aufgehängt. Die lineare Massendichte sei μ.

(a) Die Funktion $y(x)$, $0 < x < d$, beschreibe die Form des Seils. Welche ist die potentielle Energie V des Seils im homogenen Schwerefeld (2 Punkte)?

(b) Wir gehen davon aus, dass die potentielle Energie minimiert wird. Falls V als $V[y] = \int_0^d \mathrm{d}x\, f(y, y')$ geschrieben wird, lautet die entsprechende Euler-Gleichung $\partial_y f = \mathrm{d}(\partial_{y'} f)/\mathrm{d}x$, wobei $\partial_y f := \partial f/\partial y$ usw. Zeigen Sie, dass

$$C := y'\partial_{y'} f - f$$

unabhängig von x ist (2 Punkte).

(c) Sei $f := \mu\, g\, y\sqrt{1 + (y')^2}$. Bestimmen Sie, mit Hilfe des Ansatzes $y = a_1 \cosh(a_2 x)$ und der Information aus (b) (mit gegebenem C), die Lösung der Euler-Gleichung (2 Punkte). [Hinweis: $\cosh^2(z) - \sinh^2(z) = 1$.]

Aufgabe 3: Wir betrachten den Ansatz

$$\vec{E}(\vec{x}, t) = \alpha\, \vec{e}_1 \cos(\omega t - kz) \ , \quad \vec{B}(\vec{x}, t) = \beta\, \vec{e}_2 \cos(\omega t - qz) \ ,$$

wobei ω eine gegebene Konstante ist, und k, q, α, β zu bestimmende Konstanten sind. Welche Bedingungen müssen k, q, α, β erfüllen, so dass $\vec{E}$ und $\vec{B}$ Lösungen von Maxwell-Gleichungen im Vakuum sind (6 Punkte)?

[Hinweis: $\nabla \cdot \vec{E} = 4\pi\rho \ , \quad \nabla \times \vec{B} - \frac{1}{c}\dot{\vec{E}} = \frac{4\pi}{c}\vec{J} \ , \quad \nabla \times \vec{E} + \frac{1}{c}\dot{\vec{B}} = 0 \ , \quad \nabla \cdot \vec{B} = 0$.]

Aufgabe 4: Ein instabiles Teilchen (nicht unbedingt in Ruhe) zerfällt in zwei Teilchen. Im Detektor werden die Impulse $\vec{p}_b$, $\vec{p}_c$ der Zerfallsprodukte gemessen, und ihre Massen m_b, m_c sind auch bekannt. Wie bekommt man die Masse m_a des zerfallenden Teilchens (6 Punkte)? [Hinweis: 4-Impuls lautet $P = (E/c, \vec{p})^T$, und es gilt $P^2 = m^2c^2$.]