

Übungen zu Physik I, Präsenzübung 5

Dozenten: Prof. Dr. Herbert Pfnür, Prof. Dr. Luis Santos

Übungsleiter: Tammo Block, Markus Otto, Jochen Zahn 10./11. November 2009

[P14] Umfallender Stab

Ein Meterstab wird mit einem Ende auf den Boden gestellt, senkrecht zum Boden fest gehalten und dann losgelassen. Da sich der Stab in einem instabilen Gleichgewichtszustand befindet, wird er nach kurzer Zeit umkippen. Wie groß ist die Geschwindigkeit des oberen Endes, wenn es den Boden erreicht, wenn das Ende am Boden nicht wegrutscht? (Hinweis: Betrachten Sie den Stab als dünn, und wenden Sie den Energieerhaltungssatz an.)

[P15] Zylinderkoordinaten

- (a) Zeige, dass die in der Vorlesung definierten Einheitsvektoren \vec{e}_ρ , \vec{e}_ϕ und \vec{e}_z ein orthonormales Rechtssystem bilden, d.h. $\vec{e}_i \cdot \vec{e}_j = \delta_{ij}$ für $i, j \in \{\rho, \phi, z\}$ und $\vec{e}_\rho = \vec{e}_\phi \times \vec{e}_z$.
- (b) Die Bahnkurve eines Teilchens sei in Zylinderkoordinaten durch $(\rho(t), \phi(t), z(t))$ gegeben. Zeige, dass für die Geschwindigkeit gilt

$$\vec{v} = \dot{\rho}\vec{e}_\rho + \rho\dot{\phi}\vec{e}_\phi + \dot{z}\vec{e}_z$$

- (c) Zeige, dass in Zylinderkoordinaten gilt

$$\vec{\nabla} \times \vec{A} = \left(\frac{1}{\rho} \partial_\phi A_z - \partial_z A_\phi \right) \vec{e}_\rho + (\partial_z A_\rho - \partial_\rho A_z) \vec{e}_\phi + \frac{1}{\rho} (\partial_\rho(\rho A_\phi) - \partial_\phi A_\rho) \vec{e}_z$$

- (d) Eine Kraft sei in Zylinderkoordinaten durch

$$\vec{F} = \frac{F_0 z^2}{\rho^3} \vec{e}_\rho - \frac{F_0 z}{\rho^2} \vec{e}_z$$

gegeben. Berechne die Rotation. Falls das Feld wirbelfrei ist, gebe ein Potential V an, so dass $\vec{F} = -\vec{\nabla}V$.