Übungen zur Physik I (WS 98/99)

Blatt 5

Aufgabe 5.1 (): Corioliskraft

Ein Körper werde über der Erde aus der Ruhe fallen gelassen. Aufgrund der Scheinkräfte ist seine Bahn im beschleunigten Bezugssystem gekrümmt. Berechnen Sie die Abweichung des Auftreffpunktes auf der Erde aufgrund der Corioliskraft.

a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung in einem geeigneten erdfesten Bezugssystem unter Berücksichtigung der Coriols- un der Zentrifugalkraft auf!

b) Diskutieren Sie, welche Abweichung vom lotrechten Fall Coriolis- und Zentrifugalkraft verursachen! Überlegen Sie, welche der Kräfte bei einem Lot bereits berücksichtigt ist!

c) Vereinfachen Sie die Bewegungsgleichung, indem sie im Coriolis-Term die Geschwindigkeit für den freien Fall einsetzen! Warum ist dies möglich?

d) Lösen Sie die so erhaltenen Bewegungsgleichungen für die 3 Komponenten mit den oben angegebenen Anfangsbedingungen!

e) Wie groß ist die Abweichung für einen Körper, der aus einer Höhe von $100m$ bei unserer geographischen Breite fallengelassen wird?

Aufgabe 5.2 (HA): Begleitendes Dreibein

Einer Raumkurve $\vec{r}(s)$ mit der Bogenlänge s als Parameter läßt sich an jeder Stelle ein begleitendes Dreibein zuordnen. Dieses besteht aus dem Tangenten-Einheitsvektor, der Hauptnormalen und der Binormalen, die mit $\vec{t}(s)$, $\vec{n}(s)$ und $\vec{b}(s)$ bezeichnet werden. Es gilt

$$\vec{t} := \frac{d\vec{r}(s)}{ds}, \quad \vec{n} := \frac{\frac{d\vec{t}(s)}{ds}}{\left|\frac{d\vec{t}(s)}{ds}\right|} = \kappa^{-1}\frac{d\vec{t}(s)}{ds}, \quad \vec{b} := \vec{t} \times \vec{n} \, .$$

Zeigen Sie:

a) Die drei Vektoren bilden (bis auf Spezialfälle) ein orthonormiertes Rechtssystem. Welche sind die Spezialfälle?

b)

$$\frac{d\vec{b}}{ds} = -\tau\vec{n} \ \text{, mit } \tau := -\vec{n} \cdot \frac{d\vec{b}}{ds}$$

c)

$$\frac{d\vec{n}}{ds} = \tau\vec{b} - \kappa\vec{t}$$

Aufgabe 5.3 (): Corioliskraft

Flüsse fließen mit etwa $1 - 2$ m/s, wobei 2 m/s schon eine sehr hohe Geschwindigkeit für einen Fluß ist. Wie groß ist die Coriolisbeschleunigung für diese Geschwindigkeit in unseren Breiten? Wie groß ist die sich daraus ergebende Höhendifferenz für einen Strom von 1 km Breite? Eisenbahnen fahren mit etwa 100 km/h. Wie groß ist die Coriolisbeschleunigung? Wie groß ist die Querbeschleunigung, die sich bei einer Höhendifferenz von 0.1 mm der beiden Schienen ergibt? Kann die Coriolisbeschleunigung für eine erhöhte Abnutzung der rechten Seite von Schienen verantwortlich gemacht werden?

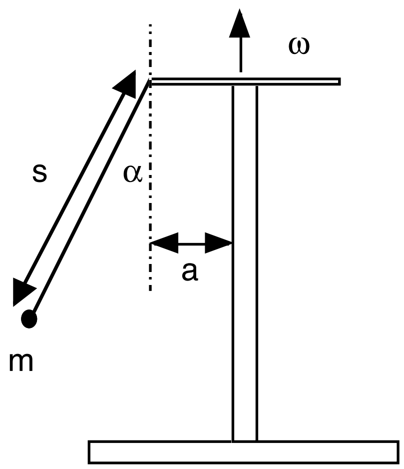

Abbildung 1: Kettenkarussell

Aufgabe 5.4 (HA): Send für Physiker I

Das Kettenkarussell drehe sich mit einer festen Winkelgeschwindigkeit ω.

a) Die Seillänge sei s und der Abstand des Aufhängepunktes von der Drehachse sei a. Welche Auslenkung α ergibt sich für kleine α?

b) Der Besitzer des Karussells vermutet, daß eine scheinbare Gewichtskraft von $1.2G$ gerade noch als angenehm empfunden wird. Für $a = 4m$ und $s = 10m$ ergibt sich damit welche Winkelgeschwindigkeit und welche Auslenkung? Welcher Bahngeschwindigkeit v des Sitzes entspricht das?

Viel Erfolg!