Prof. C. Greiner, Dr. H. van Hees **Sommersemester 2014**

Übungen zur Theoretischen Physik 2 – Blatt 2 (05.05.-09.05.2014)

Übungen zur Abgabe am 02.05.2014

Aufgabe 5: Rotierendes Bezugssystem (Kategorie A)

Ein kartesisches xyz-Koordinatensystem rotiere um ein kartesisches XYZ-Koordinatensystem, das denselben Ursprung hat und ein Inertialsystem ist. Es seien $\vec{e}_1$, $\vec{e}_2$ und $\vec{e}_3$ kartesische Basisvektoren im xyz-System. Die Winkelgeschwindigkeit des xyz-Systems relativ zum XYZ-System sei

$$\vec{\omega} = 2t\vec{e}_1 - t^2\vec{e}_2 + (2t+4)\vec{e}_3 .$$

Der Ortsvektor $\vec{r}(t)$ eines Teilchens zur Zeit t im xyz-System sei

$$\vec{r}(t) = (t^2+1)\vec{e}_1 - 6t\vec{e}_2 + 4t^3\vec{e}_3 .$$

Bestimmen Sie die folgenden Größen zur Zeit $t = 1$.

(a) die Geschwindigkeit im xyz-System,

(b) die Geschwindigkeit im XYZ-System,

(c) die lineare Beschleunigung,

(d) die Coriolis-Beschleunigung

(e) und die Zentripetal-Beschleunigung.

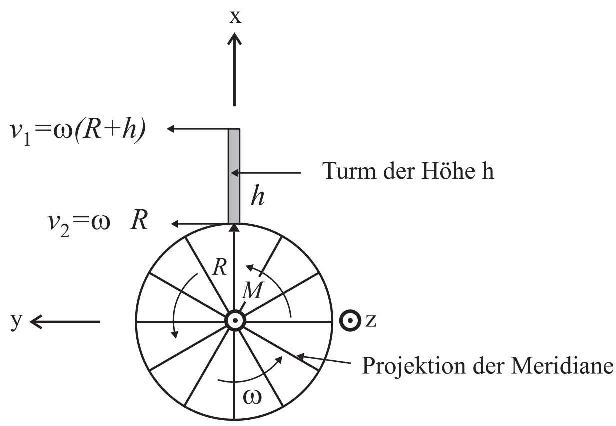
Aufgabe 6: Bewegung eines Massenpunktes (Kategorie A)

Eine Röhre der Länge $2l$ rotiere mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit ω um ihren Mittelpunkt senkrecht zu ihrer Längsachse. In der Röhre befinde sich ein Massenpunkt, der reibungslos gleiten kann. Zur Zeit $t = 0$ befinde sich der Massenpunkt in der Mitte der Röhre und habe die Geschwindigkeit v_0 relativ zur Röhre. Zeigen Sie, daß die Masse die Röhre mit einer radialen Geschwindigkeit von $v_F = \sqrt{v_0^2 + l^2\omega^2}$ verläßt!

Weitere Übungsaufgaben

Aufgabe 7: Anschauliches zur Ostabweichung (Kategorie B)

Die Ostablenkung einer fallenden Masse erscheint zunächst paradox, weil sich die Erde auch nach Osten dreht. Sie (und hiermit letztendlich auch die anschauliche Wirkung der Coriolis-Kraft) wird aber sofort verständlich, wenn man bedenkt, daß die Masse in der Höhe h zur Zeit $t = 0$ im Inertialsystem eine größere Geschwindigkeitskomponente ostwärts besitzt (aufgrund der Erdrotation) als ein Beobachter auf der Erdoberfläche.

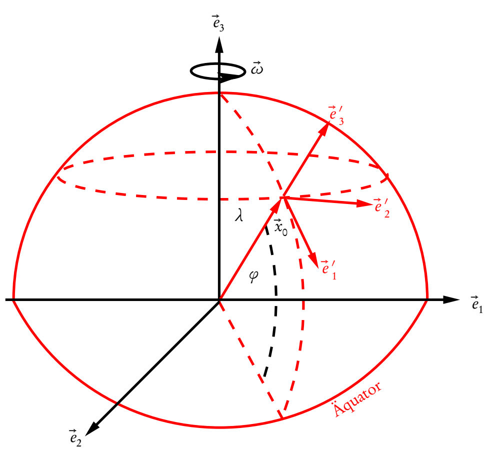


(a) Berechnen Sie, als erste Überlegung, mittels dieser „überschüssigen" Geschwindigkeit in Richtung Osten, die für den erdfesten Beobachter den Stein nach Osten abdriften läßt, und nicht senkrecht nach unten, die Größe der Ostablenkung. (Verwenden Sie obenstehende Illustration. Das Koordinatensystem xyz sei ein ruhendes Inertialsystem. Die Erdrotation $\vec{\omega}$ zeigt in die z-Richtung. Der Turm befindet sich der Einfachheit halber auf dem Äquator.)

(b) Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem in der Vorlesung berechneten exakten Wert der Ostablenkung. Der in (a) erhaltene Wert ist zu groß! Die Ursache hierfür liegt darin, daß sich die Richtung der während des Fluges auf das fallende Teilchen wirkenden Gravitationskraft sich im xyz-System ändert, und zwar in führender Ordnung in Richtung der y-Achse. Diese (kleine) Kraft-Komponente F_y wirkt dem obigen Effekt entgegen. Führen Sie eine genaue Rechnung durch.

(c) (3 Extrapunkte) Wenden Sie die Überlegung in (b) auf die Situation der folgenden Aufgabe 8 an, um die Westablenkung für den Fall $\alpha = \pi/2$ zu berechnen.

Aufgabe 8: Schiefer Wurf auf rotierender Erde (Kategorie B)



Ein Kugelstoßer nimmt an einem internationalen Wettbewerb auf der geographischen Breite φ teil. Er stößt die Kugel mit einer Geschwindigkeit v_0 unter dem Winkel α zur Horizontalen nach Süden (entlang eines Längenkreises).

(a) Wie lautet die Bewegungsgleichung für die Kugel unter Berücksichtigung der Erdrotation? Bestimmen Sie näherungsweise die Bahn der Kugel als Funktion der Zeit. Die Näherung soll aber die erste nichttriviale Korrektur zur Bewegung in Richtung des Breitengrades (west-östliche Richtung) beinhalten!

(b) Wie groß ist dann der Abstand des Aufschlagpunkts der Kugel von der anfänglichen vertikalen Bewegungsebene? Diskutieren Sie auch den Fall $\alpha = \pi/2$.
