Prof. Dr. R. Verch
Dr. G. Lechner

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Inst. f. Theoretische Physik
Wintersemester 2014/15

Übungen zu TP1-Staatsexamen Lehramt
Aufgabenblatt 12

Aufgabe 12.1

(a) Bei $48°$ nördlicher Breite fährt ein ICE mit 200 km/h genau von Norden nach Süden. Die Masse des ICE beträgt 400 Tonnen ($4 \cdot 10^5$ kg).

(i) In welche Richtung wirkt die Corioliskraft, die von der Erddrehung hervorgerufen wird, auf den ICE?

(ii) Wie groß ist die Corioliskraft aus (i) in Anteilen der Gewichtskraft F_g des ICE?

(b) Die Corioliskraft aus Teil (a) kann, je nach Fahrtrichtung des ICE, Anteile in horizontaler und vertikaler Richtung (bezogen auf die Erdoberfläche, die tangential zur horizontalen Richtung ist) haben. In welche Richtung wirken diese Anteile, wenn der ICE genau nach Süden fährt, bzw. genau nach Osten, bzw. genau nach Westen? Berechnen Sie die Beträge der Anteile.

(c) Erläutern Sie mit einer Argumentation wie für Teil (b), dass die Luft, die auf das Zentrum eines Tiefdruckgebiets auf der nördlichen (südlichen) Hemisphäre zuströmt, durch die Corioliskraft so abgelenkt wird, dass ein Wirbel mit Drehsinn gegen den Uhrzeigersinn (im Uhrzeigersinn) um das Zentrum des Tiefdruckgebiets gebildet wird.

Hinweis: Die zeitliche Abhängigkeit der Vorgänge soll vernachässigbar sein, d.h. die Bewegungsgrößen der Bahnkurven der beteiligten Objekte werden vereinfacht nur für einen Zeitpunkt $t = t_0$ betrachtet. Es ist hilfreich zunächst zu bemerken, dass $\vec{\omega} = \vec{\omega}'$ gewählt werden kann, und $\vec{\omega}$ zu zerlegen in Anteile $\vec{\omega}_{\mathrm{nor}}$ und $\vec{\omega}_{\mathrm{tan}}$, die bei $48°$ nördlicher Breite normal bzw. tangential zur Erdoberfläche verlaufen. Fertigen Sie Skizzen an, die die geometrischen Verhältnisse und die Richtung der Corioliskraft veranschaulichen.

/...2

Aufgabe 12.2

Auf einem Karussell mit Radius R, das mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω gegenüber einem Inertialsystem rotiert, wird vom Mittelpunkt ein Geschoss mit konstanter Geschwindigkeit v (bzgl. des Inertialsystems) auf einen Randpunkt abgeschossen. Stellen Sie die Bewegungsgleichungen für das Geschoss bzgl. des Karussels als Bezugssystem auf. Wie groß (in Winkelgrad) ist die Abweichung, um die das Geschoss sein Ziel verfehlt?

Aufgabe 12.3

Am nördlichen Breitengrad λ wird ein (punktartiger) Gegenstand mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0 senkrecht in die Höhe geworfen. Infolge der Erdrotation wird er von einer geraden Bahn (gesehen vom Bezugssystem der Erde) abgelenkt. Wie weit wird er am höchsten Punkt seiner Bahn abgelenkt? Erfolgt die Ablenkung nach Westen oder nach Osten? Berechnen Sie die Ablenkung in linearer Ordnung der Winkelgeschwindigkeit ω der Erdrotation (d.h. vernachlässigen Sie Effekte, die quadratisch in ω sind). Von möglichen Einflüssen durch die Erdatmosphäre soll abgesehen werden.

Hinweis: Beginnen Sie mit dem Aufstellen einer Bewegungsgleichung und gewinnen Sie daraus einen Ausdruck für die Abweichung. Gehen Sie davon aus, dass die Geschwindigkeit v_0 nicht zu groß ist und der höchste Punkt der Bahn nicht mehr als wenige Kilometer beträgt, so dass die die Flugzeit sehr gering ist gegenüber $2\pi/\omega$ und damit in allen Ausdrücken, in denen $\vec{\omega}$ auftritt, $D(t) \simeq \mathbf{1}$ gesetzt werden kann (das bedeutet, mit anderen Worten, den Effekt in linearer Ordnung in ω zu betrachten).

Wert jeder Aufgabe = 12 Punkte

Abgabe: Bis Montag, 26.01.2015, vor dem Übungsseminar.