Theoretische Physik I: Mechanik, Übung 10

Prof. Hans Peter Büchler SS 2009, 30. Juni 2009

1. Geladenes Teilchen im homogenen elektrischen Feld (Schriftlich)

In einem homogenen elektrischen Feld $\mathbf{E}$ bedindes sich ein Teilchen mit der Masse m und Ladung q. Bei $t = 0$ sei das Teilchen in Ruhe. Finde den Impuls $p(t)$ als Funktion der Zeit und die Energie $E_t(x)$ als Funktion des Ortes x. Bestimme daraus die Bewegungskurve $x(t)$ und bestimme das Verhalten für $t \to \infty$.

2. Coriolis Kraft (Schriftlich)

Wir betrachen einen fallenden Stein in eine 250 m tiefen Schacht. Wir nehmen jetzt mit, dass die Erde um ihre Achse rotiert und betrachten die Abweichungen vom freien Fall durch den Einfluss der Scheinkräfte. Der Einfluss von der Zentrifugalkraft ist klein und kann als eine Abweichung der Erdanziehung betrachtet werden. Daher ist der dominanten Beiträge für die Bewegung die Coriolis Kraft und die Erdanziehung

$$m\ddot{\mathbf{Q}} = m\mathbf{g} + 2m\dot{\mathbf{Q}} \wedge \mathbf{\Omega}. \tag{1}$$

(a) Löse zuerst den freien Fall ohne Einfluss der Coriolis Kraft, und erhalte den wichtigsten Beitrag $\mathbf{Q}_1(t)$.

(b) Schreibe die exakte Lösung jetzt als $\mathbf{Q}(t) = \mathbf{Q}_1(t) + \mathbf{Q}_2(t)$ und entwickle die Gleichung konsistent in der Winkelgeschwindigkeit $\mathbf{\Omega}$. Wie weit weicht der fallende Stein jetzt von freien Fall ab und wie hängt das Resultat vom Breitengrad λ des Ortes ab. (Nehme für ein Zahlen Beispiel den Breitengrad von Stuttgart).

3. Foucault pendulum (Übungsstunde)

Betrachte ein ideales Pendel das mit einer kleinen Auslenkung oszilliert und studieren den Einfluss der Coriolis Kraft. Wir betrachten ein Koordinaten System mit der z-Achse senkrecht zur Erdoberfläche und x-Achse entlang den Breitengraden und y-Achse in Richtung der Längengraden. Für kleine Oscillationen kann die Bewegung des Pendels entlang der z-Achse vernachlässigt werden. Leite daher Folgende Gleichung für die Bewegung her

$$\ddot{x} = -\omega^2 x + 2\dot{y}\Omega_z \tag{2}$$
$$\ddot{y} = -\omega^2 y - 2\dot{x}\Omega_x \tag{3}$$

mit $\Omega_z = |\mathbf{\Omega}| \sin\lambda$ mit λ dem Breitengrad. Finde die Lösung dieses Gleichung Systems und diskutiere das Resultat. Wie sieht die Lösung am Nordpol aus, in Stuttgart, und in der Südhalbkugel.