Übungen zur Physik I (WS 98/99)

Blatt 6

Aufgabe 6.1 (HA): Freier Fall mit Reibung

Eine Kugel der Masse M mit Radius R sinke in einer viskosen Füssigkeit der Dichte ρ_0. Auf die Kugel wirken die Gewichtskraft, der Auftrieb und die Reibungskraft $\vec{F}_R = -\alpha\vec{v}$

a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung auf! Vereinfachen Sie die Bewegungsgleichung, indem Sie annehmen, daß die Geschwindigkeit und die Schwerkraft parallel sind! Welche Bewegungsgleichung gilt dann für den Betrag $v = |\vec{v}|$ des Geschwindigkeitsvektors?

b) Bestimmen Sie mit Hilfe eines Exponentialansatzes die Geschwindigkeit $v(t)$ aus der *homogenen* Bewegungsgleichung unter Vernachlässigung der Schwerkraft mit der Anfangsbedingung $v(0) = v_0$! Welches Ergebnis erwarten Sie aufgrund physikalischer Überlegungen?

c) Bestimmen Sie $v(t)$ für den Fall mit Schwerkraft, indem Sie zunächst eine spezielle Lösung der nun *inhomogenen* Gleichung suchen! Die allgemeine Lösung der inhomogenen Gleichung ist dann die Summe der speziellen Lösung und der allgemeinen Lösung der homogenen Gleichung. Welche Geschwindigkeit hat die Masse für $t \to \infty$? Was erwarten Sie aus physikalischen Gründen?

Aufgabe 6.2 (HA): Zerfall eines Teilchens

Ein Teilchen der Masse M bewege sich mit der Geschwindigkeit V. Das Teilchen zerfalle in zwei Teilchen mit den Massen m_1 und m_2 ($M = m_1 + m_2$). Die beiden Teilchen bewegen sich nach dem Zerfall unter den Winkeln θ_1 bzw. θ_2 relativ zur ursprünglichen Flugrichtung des zusammengesetzten Teilchens. Berechnen Sie die Geschwindigkeiten v_1 und v_2 der beiden Zerfallsprodukte! Welche Energie Q wird bei dem Zerfall frei?

Aufgabe 6.3 (): Lorentzkraft

Auf ein geladenes Teilchen mit der Ladung q in einem Magnetfeld wirkt die „Lorentzkraft“

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) \ .$$

Berechnen Sie die Bahnkurve eines Teilchens der Masse m in einem homogenen Magnetfeld!

a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung des Teilchens in einem Koordinatensystem auf, bei dem die z-Achse parallel zum Magnetfeld $\vec{B}$ ist!

b) Was folgt aus der Form der Lorentzkraft für den Betrag des Geschwindigkeitsvektors?

c) Lösen Sie die Bewegungsgleichung für die z-Richtung! Was gilt für die z-Komponente der Geschwindigkeit v_z?

d) Betrachten Sie nun die Bewegung in der $x-y$-Ebene. Aus dem Ergebnis für den Betrag des Geschwindigkeitsvektors und dem Ergebnis für v_z können Sie eine Aussage über den Anteil des Geschwindigkeitsvektors in der $x-y$-Ebene machen. Die Differentialgleichungen für den x- und y-Anteil sind voneinander abhängig („gekoppelt“). Entkoppeln Sie die beiden Gleichungen durch nochmalige Differentiation und lösen Sie sie!

e) Bestimmen Sie die Bahnkurve durch Integration der Geschwindigkeitskomponenten! Welche geometrische Form hat die Kurve?

Aufgabe 6.4 (): Send für Physiker II

Ein Wagen fährt vom Punkt A mit $z_0 = h$ und $v_0 = 0$ los und biegt nach Durchfahren des Punktes C in den Looping ein.

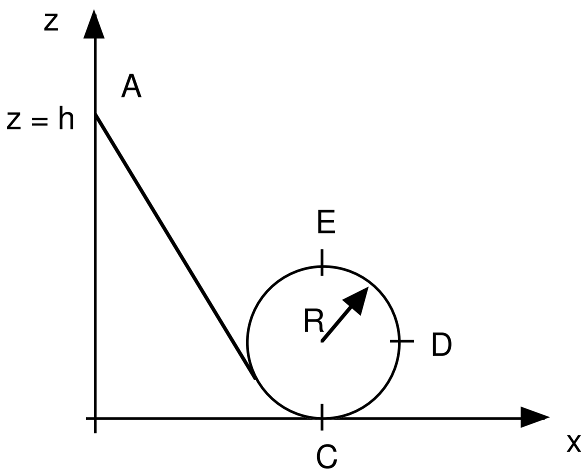

Abbildung 1: Looping-Bahn

a) Welche Geschwindigkeit hat der Wagen in C?

b) In C biegt der Wagen auf eine Kreisbahn mit dem Radius R ein. Mit welcher Kraft werden die Passagiere in die Polster gedrückt?

c) Die Loopingbahn sei so gebaut, daß man im Punkt E gerade schwerelos ist. Was ergibt sich daraus für die scheinbare Gewichtskraft im Punkt C? Aus welcher Höhe muß der Wagen starten?

Viel Erfolg!