AB 5 – Kirmesphysik

Anwendungen von Zentralkräften und Energieerhaltung

10.05.2020 (Aufgaben aus einer Klausur vom 05. Mai 2015, vereinfachter Ausschnitt)

Aufgabe 1: Die Schiffsschaukel (15P)

Der Klassiker unter den Fahrgeschäften auf Jahrmärkten ist seit mehr als 150 Jahren die Schiffsschaukel. In den folgenden Aufgaben wird eine sehr große Schaukel aus Skandinavien betrachtet, deren Aufhängung eine Länge von r=10m hat. Die Masse der Schaukel beträgt inklusive der „Passagiere", aller Aufhängungen usw. m=1500kg und kann für diese Aufgabe vereinfachend als **punktförmig** am Ende der Aufhängung betrachtet werden. Als besondere Attraktion hat diese Schaukel praktisch **keinen Abstand** zum Boden, die wenigen cm „Luft" dazwischen können vernachlässigt werden. Bauartbedingt darf die Schaukel nur bis zu einem **maximalen Winkel** von α=60° gegen die Vertikale ausgelenkt werden. Dieser Winkel stellt für die folgenden Aufgaben den Startwinkel dar.

a) Bestimme die maximale Geschwindigkeit für α=60° am tiefsten Punkt. (9P)

b) Berechne für den tiefsten Punkt die Zentripetalkraft, die Gewichtskraft und die auf die Aufhängung dort wirkende Gesamtkraft. (6P)

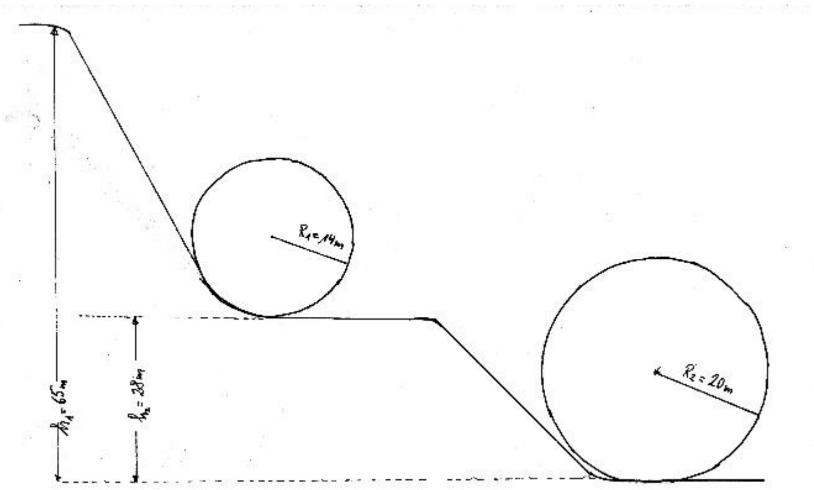
Tipp: Nutze den Energieerhaltungssatz zur Ermittlung von v_{max}. Fertige dazu eine Skizze an und bestimme h(60°). Am tiefsten Punkt addieren sich die Zentripetalkraft und die Gewichtskraft – beide Kräfte sind parallel. Aus der Sicht der Aufhängung: F_G und F_Z müssen beide nach oben kompensiert werden. Aus der Sicht der Gondel: Diese spürt die „Fliehkraft" nach außen und F_G nach unten.

Aufgabe 2: Der Looping (20P)

Bereits Ende des 19. Jahrhunderts entstanden Achterbahnen mit „Überschlag“, also im weitesten Sinne mit Loopings. Wie man im Bild erkennt, sind die Bahnformen nicht auf Kreise beschränkt. Zur Vereinfachung wird in dieser Aufgabe aber wieder von idealisierten Bedingungen ausgegangen, also alle Bahnelemente sind entweder **Kreise oder Geraden**. Auch hier ist alles reibungsfrei, nach dem Hochziehen wirkt **keinerlei „Antrieb“ mehr außer der Erdanziehung** und die Wagen können als **Massepunkte** angesehen werden.

a) Leite **kommentiert** folgende Formel für die Mindesthöhe h_{min} des Startpunktes her, wenn der Radius des Loopings R beträgt: $\boxed{h_{min} = 5/2\ R}$ (10P)

b) Betrachte folgenden Ausschnitt aus einer Achterbahn (h_1=65m, h_2=28m, R_1=14m, R_2=20m). Bestimme die Stelle, an der auf einen Mitfahrer die **maximale** Kraft wirkt. Berechne diese und vergleiche sie mit seiner Gewichtskraft. (10P)



Tipps: Am höchsten Punkt im Looping (dort ist die Geschwindigkeit am kleinsten!) muss immer noch die „Fliehkraft“ größer als die Gewichtskraft sein, sonst fällt der Wagen runter. Die Geschwindigkeit wird wieder aus der Energieerhaltung bestimmt. Umgekehrt addieren sich im tiefsten Punkt beide Kräfte zu einer maximal wirkenden Kraft, die allerdings nicht nur von v, sondern auch von r abhängt!