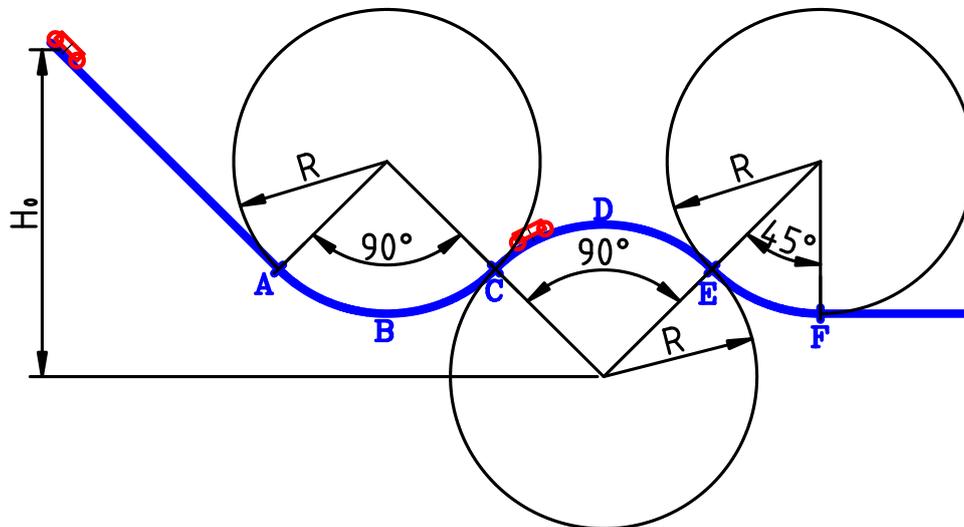


Übungen zur Vorlesung Physik für Ingenieure I  
 Prof. Dr. H. Kersten, WS 2012/13  
 Blatt 5 – zu bearbeiten bis zum 27.11.2012



Ein Spielzeugauto rolle reibungsfrei über die abgebildete Rampe, bestehend aus einer schiefen Ebene, drei Kreisbögen mit Radius  $R$  und einem ebenem Auslauf. Das Auto starte auf der Höhe  $H_0$  in Ruhe.

1. Wie schnell ist das Auto an den Punkten  $A$  bis  $F$ ?
2. Auf dem Abschnitt  $C-E$  droht das Auto von der Rampe abzuheben. Nehmen wir an es bleibe auf der Bahn. Zeichnen Sie in einem Diagramm die auf das Auto wirkenden Kräfte und die resultierende Kraft, für einen Punkt zwischen  $C$  und  $D$ .
3. In Polarkoordinaten sei der Ort des Autos im Abschnitt  $C-E$  gegeben durch  $(R, \varphi)$ , wobei der Winkel  $\varphi$  gegen die horizontale  $x$ -Achse gemessen wird. Leiten Sie einen Ausdruck für die Geschwindigkeit  $\vec{v}$  des Autos in Abhängigkeit von  $\varphi$  her. Geben Sie auch die Winkelgeschwindigkeit  $\omega = \dot{\varphi}$  an.

4. Zeigen Sie, daß die Bewegungsgleichung des Autos in Polarkoordinaten

$$\ddot{\varphi} = -\frac{g}{R} \cos \varphi \quad (1)$$

lautet, und daß die in 3. gefundene Winkelgeschwindigkeit diese Gleichung erfüllt.

5. Berechnen Sie einen Ausdruck der Normalkraft  $F_N$  in Abhängigkeit von  $\varphi$ . Ab welcher Starthöhe  $H_0$  verliert das Auto den Kontakt zur Rampe?
6. Zeigen Sie, daß die Newtonsche Bewegungsgleichung in kartesischen Koordinaten lautet:

$$\begin{pmatrix} 0 \\ -mg \end{pmatrix} + F_N \begin{pmatrix} \cos \varphi \\ \sin \varphi \end{pmatrix} = m\ddot{\varphi}R \begin{pmatrix} -\sin \varphi \\ \cos \varphi \end{pmatrix} - m\dot{\varphi}^2 R \begin{pmatrix} \cos \varphi \\ \sin \varphi \end{pmatrix} \quad (2)$$

7. Betrachten Sie die beiden Komponenten von (2) als Gleichungen eines Gleichungssystems und lösen Sie dieses nach  $\ddot{\varphi}$  und  $F_N$  auf. (Zusatzaufgabe)