

1.8.12 Looping

1 Motivation

Dieses Experiment zeigt, dass eine Kugel mit ausreichender Geschwindigkeit einen Looping vollführt, ohne am höchsten Punkt der Kreisbahn herunterzufallen.

2 Experiment

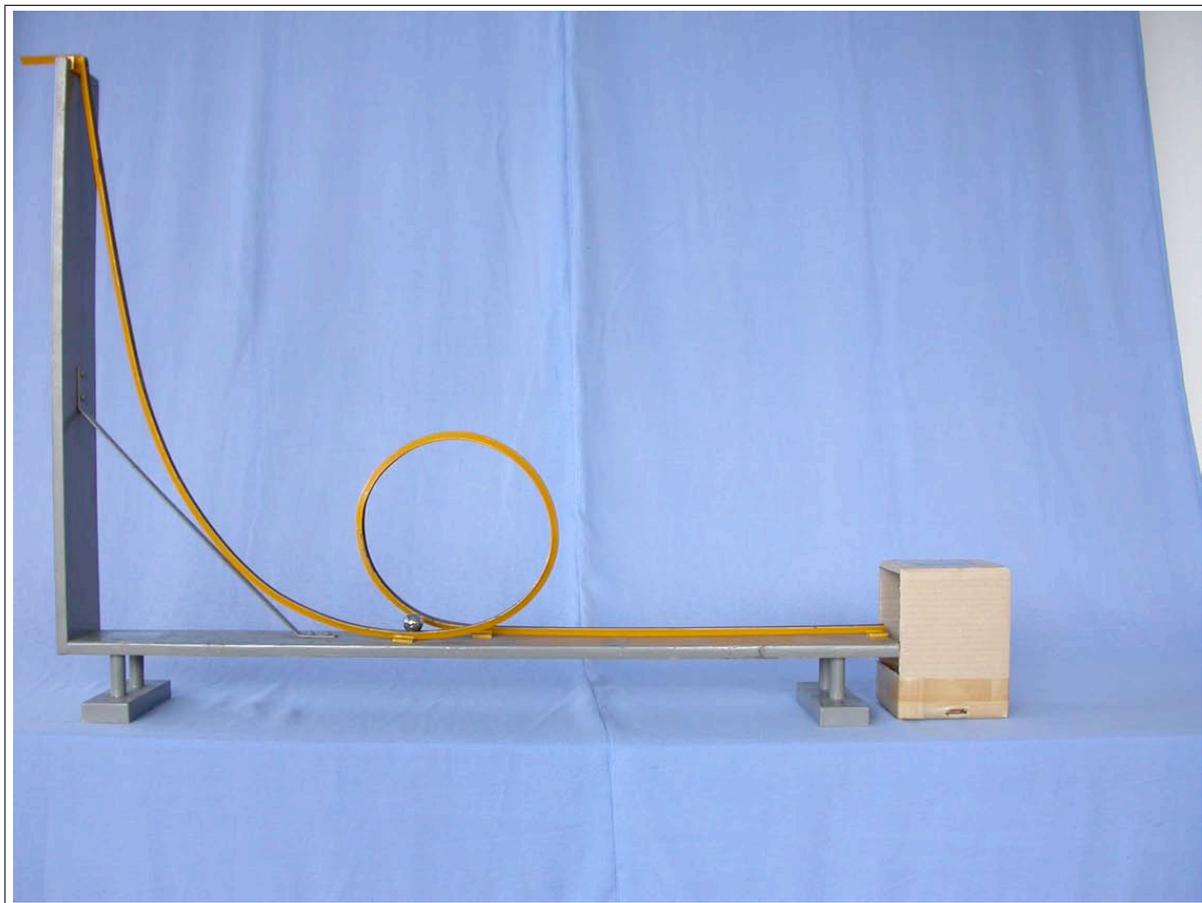


Abbildung 1: Looping

Der experimentelle Aufbau ist in Abb. 1 zu sehen. Die dabei auftretenden Kräfte sind in Abb. 2 beispielhaft wiedergegeben. Damit die Kugel auf der vorgesehenen Bahn läuft (die Rotation der Kugel soll hier vernachlässigt werden), muss an jedem Punkt \mathbf{r} der Bahn die Zentripetalkraft

$$F(\mathbf{r}) = \frac{mv^2(\mathbf{r})}{\rho(\mathbf{r})} \quad (1)$$

wirken, wobei $\rho(\mathbf{r})$ der Krümmungsradius der Bahn am Ort \mathbf{r} ist.

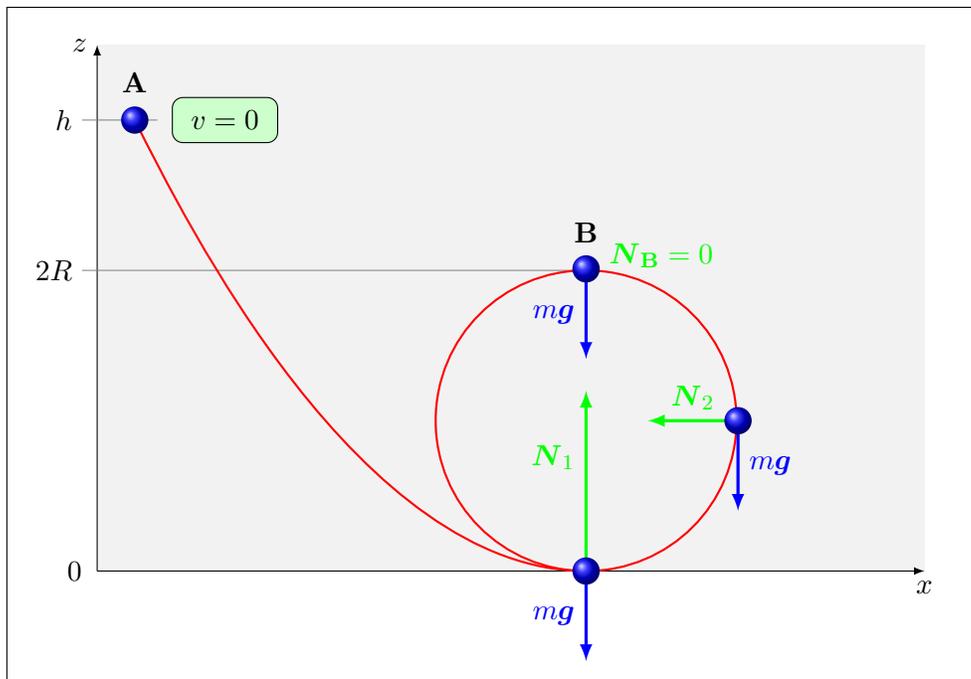


Abbildung 2: Bei der Bewegung in einer Schleife auftretende Kräfte.

Die einzigen zur Verfügung stehenden Kräfte sind die Gewichtskraft $\mathbf{F} = m\mathbf{g}$ und die von der Bahnunterlage gestellte Normalkraft \mathbf{N} :

$$\mathbf{F} = m\mathbf{g} + \mathbf{N} \quad (2)$$

Da die Gewichtskraft konstant ist und stets nach unten zeigt und andererseits die Zentripetalkraft durch den Verlauf der Bahn und die Geschwindigkeit der Kugel vorgegeben ist, folgt daraus die Normalkraft:

$$\mathbf{N} = \mathbf{F} - m\mathbf{g} \quad (3)$$

Bestimmung der Mindestfallhöhe h :

Damit die Kugel am höchsten Punkt der Kreisbahn (Punkt **B**) nicht herunterfällt, muss folgende Bedingung gelten:

$$m \frac{v_B^2}{R} \geq mg \quad \Rightarrow \quad v_B^2 \geq gR \quad (4)$$

Die Geschwindigkeit v_B folgt aus der Energieerhaltung:

$$E \equiv mgh = mgz + \frac{m}{2}v^2 \quad (5)$$

$$\Rightarrow v_B^2 = 2g(h - 2R) \geq gR \quad (6)$$

$$\Rightarrow h \geq \frac{5}{2}R \quad (7)$$