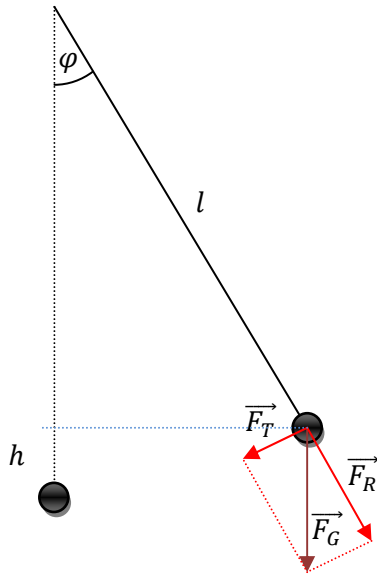


Jahresprojekt „Demonstrationsmodell für Beschleunigungssensoren“



Es gibt hierzu zwei mögliche Achsen, welche für die Beschleunigungsdemonstration in Frage kommen: F_T und F_R .

1. Tangentialbeschleunigung a_T

F_T ist dabei die Kraft, welche in Tangentialrichtung angreift und der x-Achse entspricht und folgt der Beziehung

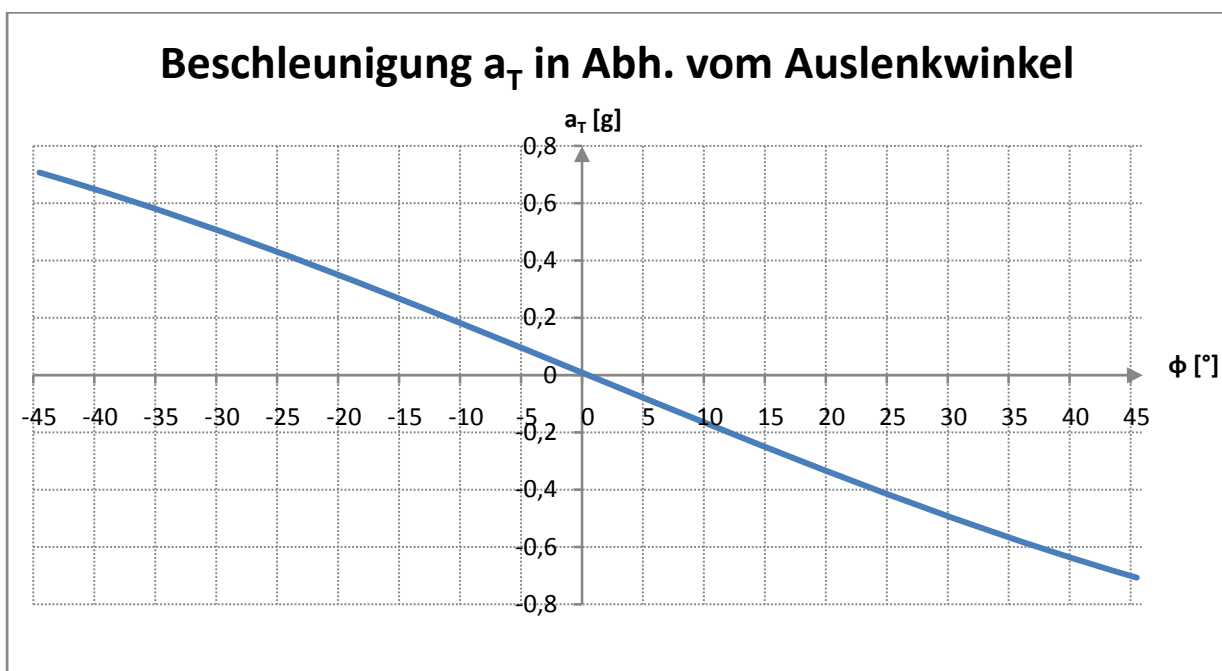
$$\sin \varphi = \frac{-F_T}{F_G}$$

$$F_T = -F_G \cdot \sin \varphi$$

Mit $F_T = m \cdot a_T$ und $F_G = m \cdot g$ ergibt sich

$$a_T = -g \cdot \sin \varphi$$

Das Schaubild ist damit die Sinusfunktion:



Der Maximalwert wäre bei $\varphi = 90^\circ$ genau $1g$.

Da wir als maximalen Winkel 45° festlegen wollen, bliebe $a_{Z,\max}$ bei $\frac{g}{\sqrt{2}}$.

2. Radialbeschleunigung a_R

F_R ist die Kraft in radialer Richtung und setzt sich zusammen aus dem Anteil der Gewichtskraft und je nach Geschwindigkeit des Pendels der Zentripetalkraft.

$$F_R = F_N + F_Z$$

Der Anteil der Gewichtskraft bei F_N ist damit

$$F_N = m \cdot g \cdot \cos \varphi$$

Und die Zentripetalkraft

$$F_Z = \frac{mv^2}{l}$$

d.h. um die Funktion der Beschleunigung a_R darzustellen, benötigt man v in Abhängigkeit vom Winkel φ . Dies ist nicht ganz trivial möglich, deshalb wollen wir durch Energiebetrachtung zunächst die maximale Beschleunigung für a_R bestimmen.

$$W_{pot} = W_{kin}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

Die Höhe h ergibt sich wieder durch Trigonometrie:

$$\cos \varphi = \frac{l-h}{l}$$

$$h = l \cdot (1 - \cos(\varphi))$$

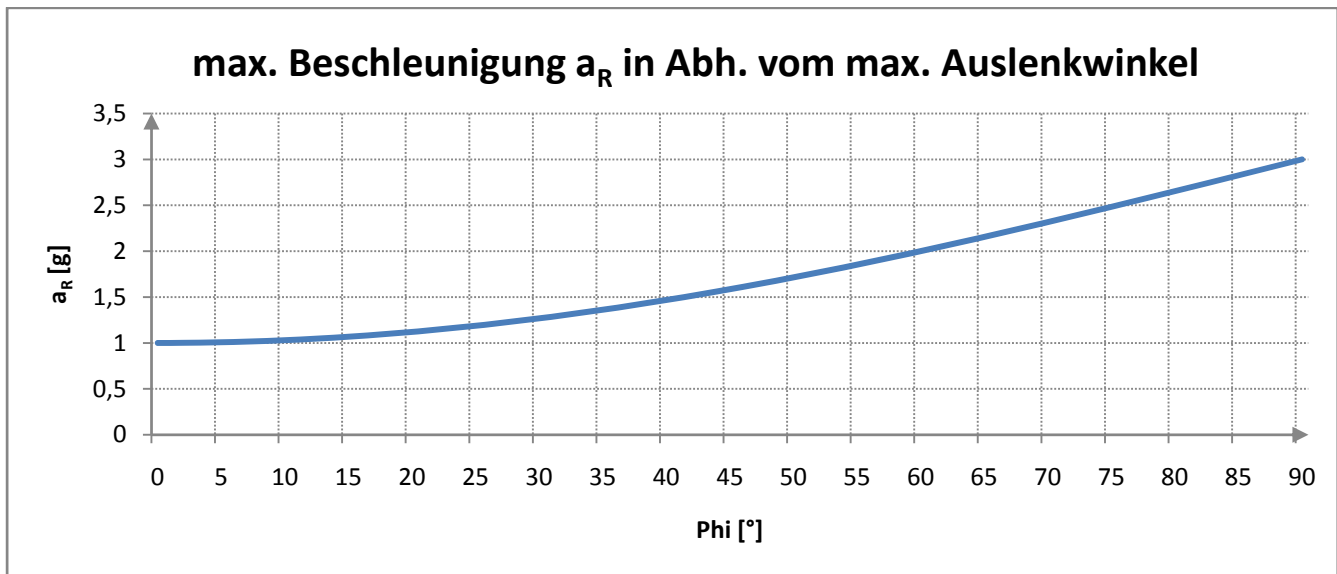
Für a_R erhält man schließlich

$$a_R = g \cdot (\cos \varphi_1 + 2 \cdot (1 - \cos \varphi_2))$$

Um nun den Maximalwert zu erhalten, muss für $\varphi_1 = 0^\circ$ wählen, da im unteren Punkt die volle Gewichtskraft wirkt und als Auslenkwinkel $\varphi_2 = 45^\circ$, dieser kann jedoch willkürlich gewählt werden. Damit wäre

$$a_R \approx 1,586 g$$

Für beliebige Winkel φ_2 ergibt sich folgendes Schaubild:



Auch hier wollen wir uns auf $\varphi = 45^\circ$ beschränken.

Zusammenfassung:

$$a_{T,\max} \approx 0,71 \text{ g}$$

$$a_{R,\max} \approx 1,59 \text{ g}$$

Damit brauchen wir einen Beschleunigungssensor welcher im Bereich $\pm 2g$, notfalls auch $\pm 1,7g$ misst.