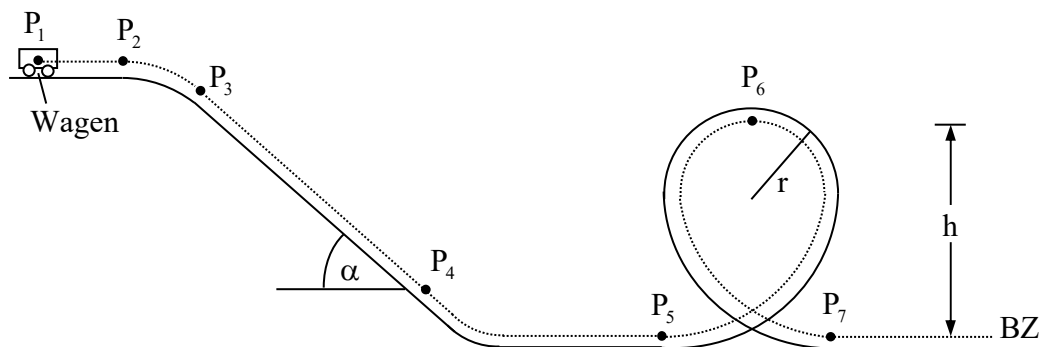


2013 A I Angabe

BE 1.0

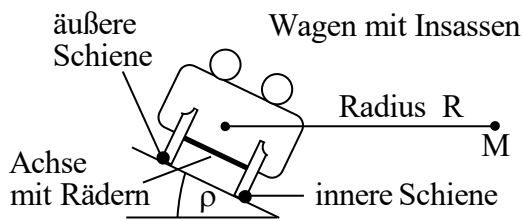


Die oben stehende Abbildung zeigt das Profil einer Achterbahn. Ein Wagen bewegt sich auf Schienen vom Punkt P_1 bis zum Punkt P_7 ohne motorischen Antrieb. Der Wagen und die Insassen haben die Gesamtmasse $m = 950 \text{ kg}$. Die punktiert gezeichnete Linie ist die Bahnkurve, auf der sich der Schwerpunkt des Wagens mit Insassen bewegt. Das Bezugsniveau BZ für die potenzielle Energie ist die Horizontalebene durch die Punkte P_5 und P_7 .

Bei allen Teilaufgaben sind Luftwiderstand und Rotationenergie der Räder zu vernachlässigen.

- 3 1.1 Um den Nervenkitzel für die Fahrgäste zu erhöhen, wird der Wagen kurz vor der steilen Abfahrt bei der Fahrt vom Punkt P_1 bis zum Punkt P_2 von der Geschwindigkeit \vec{v}_1 mit dem Betrag $v_1 = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ auf die Geschwindigkeit \vec{v}_2 mit dem Betrag v_2 abgebremst. Die Strecke $[P_1P_2]$ hat die Länge $s_{12} = 5,0 \text{ m}$, die Verzögerung \vec{a}_v den Betrag $a_v = 0,60 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Berechnen Sie v_2 .
- 4 1.2 Zwischen P_3 und P_4 ist die Bahn um den Winkel $\alpha = 50^\circ$ gegen die Horizontale geneigt. Die Reibungszahl für die Reibung zwischen den Wagenrädern und den Schienen beträgt $\mu = 0,012$. Berechnen Sie den Betrag a der Beschleunigung \vec{a} , die der Wagen auf der Strecke $[P_3P_4]$ erfährt.
- 1.3.0 Den Punkt P_5 passiert der Wagen mit der Geschwindigkeit \vec{v}_5 , die den Betrag $v_5 = 27 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ hat. Der Wagen mit den Fahrgästen besitzt in P_5 die mechanische Gesamtenergie $E_{\text{ges},5}$. Der Wagen wird nun auf eine vertikale Schleife (Looping) gelenkt.
- 4 1.3.1 Auf dem Weg von P_5 zum Punkt P_6 in der Höhe $h = 29 \text{ m}$ über dem Bezugsniveau BZ verliert der Wagen durch Reibung $8,0\%$ der Energie $E_{\text{ges},5}$ und erreicht P_6 mit der Geschwindigkeit \vec{v}_6 . Berechnen Sie den Betrag v_6 der Geschwindigkeit \vec{v}_6 .
- 5 1.3.2 Im oberen Teil der Loopingbahn bewegt sich der Schwerpunkt des Wagens auf einem Halbkreis mit dem Radius $r = 6,5 \text{ m}$. Im Punkt P_6 üben die Schienen auf den Wagen die Kraft \vec{F}_s aus. Berechnen Sie den Betrag F_s der Kraft \vec{F}_s .

- 6 1.4 Der Wagen hat den Punkt P_7 passiert und fährt nun durch eine Kurve, die in einer horizontalen Ebene liegt. Dabei bewegt sich der Schwerpunkt des Wagens mit Insassen auf einem Kreisbogen mit dem Mittelpunkt M und dem Radius $R = 14 \text{ m}$. Damit bei der Kurvenfahrt der seitliche Druck auf die Schienen möglichst klein ist, sind die äußeren



Schienen höher als die inneren Schienen, so dass die Radachsen des Wagens mit der Horizontalen einen Winkel ρ einschließen. Berechnen Sie anhand eines Kräfteplans diesen (Kurvenüberhöhungs-) Winkel ρ für eine Bahngeschwindigkeit mit dem Betrag $v = 11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- 2.0 Um den ohmschen Widerstand R und die Induktivität L einer Spule zu bestimmen, wird die Spule in einem ersten Versuch an eine Gleichspannungsquelle, in einem zweiten Versuch an eine Wechselspannungsquelle angeschlossen.

2.1.0 Beim ersten Versuch liegt ab dem Zeitpunkt $t_0 = 0 \text{ s}$ die Gleichspannung $U_G = 12 \text{ V}$ an der Spule an. Die Stromstärke I_L im Gleichstromkreis erreicht verzögert den Maximalwert $I_m = 0,40 \text{ A}$

- 7 2.1.1 Stellen Sie in einem $t - I_L$ - Diagramm qualitativ den zeitlichen Verlauf der Stromstärke I_L für $t \geq 0 \text{ s}$ dar und begründen Sie diesen zeitlichen Verlauf der Stromstärke I_L .

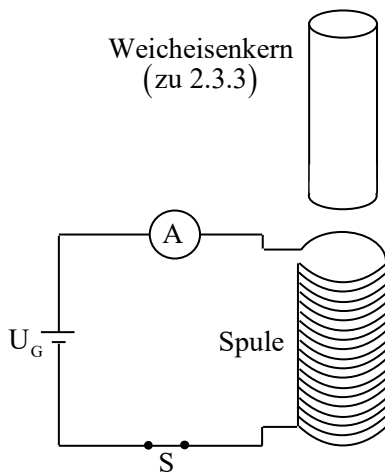
- 2 2.1.2 Berechnen Sie den ohmschen Widerstand R der Spule.

2.2.0 Beim zweiten Versuch liegt die Wechselspannung $U(t) = \hat{U} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$ für $t \geq 0 \text{ s}$ an der Spule. Die Frequenz f der Wechselspannung wird so groß gewählt, dass der ohmsche Widerstand R der Spule gegenüber ihrem induktiven Widerstand X_L vernachlässigt werden kann.

- 5 2.2.1 Leiten Sie aus der Gleichung $U(t) = \hat{U} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$ eine Gleichung her, die den zeitlichen Verlauf der Stromstärke I im Wechselstromkreis für $t \geq 0 \text{ s}$ beschreibt.

- 4 2.2.2 Für $\hat{U} = 12 \text{ V}$ und $f = 1,20 \text{ kHz}$ zeigt ein in den Wechselstromkreis geschaltetes Amperemeter den Effektivwert $I_{\text{eff}} = 16 \text{ mA}$ für die Stromstärke I an. Berechnen Sie die Induktivität L der Spule.

2.3.0



Die Spule aus 2.0 ist zylinderförmig und lang gestreckt. Sie hat die Windungszahl $N = 3000$, die Länge $\ell = 20 \text{ cm}$ und einen Querschnitt mit dem Flächeninhalt $A = 12,4 \text{ cm}^2$. Die Spule wird noch einmal an die Gleichspannungsquelle mit der Spannung $U_G = 12 \text{ V}$ angeschlossen. Die Stromstärke im Gleichstromkreis wächst wieder auf den Wert $I_m = 0,40 \text{ A}$ an.

- 2 2.3.1 Berechnen Sie die Induktivität L der Spule aus den unter 2.3.0 gegebenen Daten der Spule.
- 2 2.3.2 Berechnen Sie den magnetischen Fluss Φ , der die Spule bei der Stromstärke $I_m = 0,40 \text{ A}$ durchsetzt.
- 6 2.3.3 In einem Experiment lässt man einen Weicheisenkern aus großer Höhe frei durch die Spule fallen. Bei der Abwärtsbewegung nimmt die Geschwindigkeit des Weicheisenkerns ständig zu. Zum Zeitpunkt t_1 befindet sich der Weicheisenkern gerade vollständig in der Spule. Welches der folgenden Diagramme beschreibt den zeitlichen Verlauf der Stromstärke richtig? Begründen Sie ausführlich Ihre Entscheidung.

