Karlsruher Institut für Technologie

Studienkolleg

Schriftliche Feststellungsprüfung Physik

28.01.2020, 8:30 – 11:30 Uhr **Dauer: 180 Minuten**

Vorname: **Nachname:**

Kurs-Nummer:

Aufgabe	1	2	3	4	5	6
maximale Punktzahl	12	8	8	12	10	10
erreichte Punktzahl						

Maximale Gesamtpunktzahl: 60

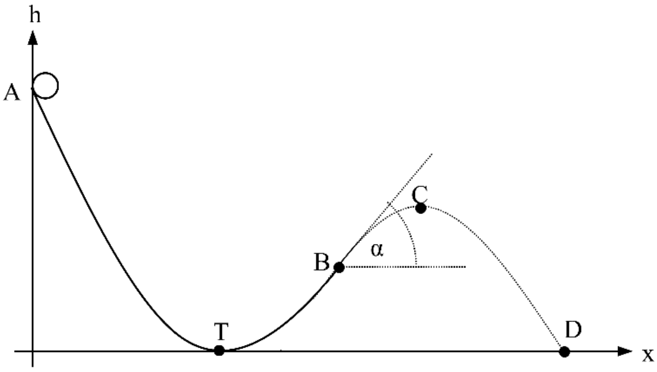
Erreichte Gesamtpunktzahl:

Note:

Folgendes ist unbedingt zu beachten:

- ***Hilfsmittel:*** ein nicht-programmierbarer Taschenrechner
- Schreiben Sie auf dieses Deckblatt Ihren Vornamen, Nachnamen und Ihre Kurs-Nummer.
- Beschriften Sie jedes Blatt, das Sie abgeben, mit Ihrem Namen.
- Schalten Sie Ihr Handy/Smartphone/iPhone, Notebook, Tablet/iPad etc. vor dem Beginn der Prüfung aus und erst nach dem Ende der Prüfung wieder ein.
- Die Lösungswege müssen klar ersichtlich und lesbar sein.
- Lesen Sie zuerst sorgfältig alle Aufgaben und Hinweise durch.

Mechanik: Aufgabe 1 **(12 Punkte)**



Eine Kugel mit dem Radius r und der Masse m rollt aus der Ruhe ($v_A = 0$) im Punkt A bei der Höhe h_A = 2,25 m eine gebogene Bahn hinunter (siehe Abbildung rechts). Der Tiefpunkt T der Bahn wird von der Kugel auf der Höhe h_T = 0 m mit der Geschwindigkeit v_T durchlaufen. Im Punkt B bei der Höhe h_B = 0,8 m verlässt die Kugel die Bahn unter einem Winkel von $\alpha = 55°$ zur Horizontalen mit der Geschwindigkeit v_B. Die Kugel erreicht anschließend den höchsten Punkt C der Flugbahn in der Höhe h_C mit der Geschwindigkeit v_C und landet dann im Punkt D mit der Geschwindigkeit v_D. Reibungskräfte sollen hier vollständig vernachlässigt werden.

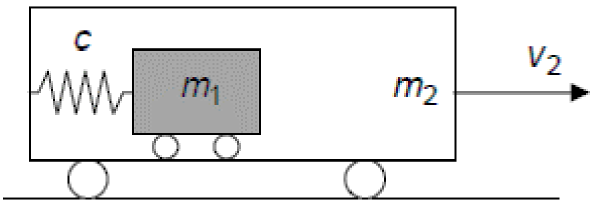
a) Berechnen Sie unter Berücksichtigung der Rotationsenergie der Kugel die Geschwindigkeiten v_T, v_B, v_C und v_D.

b) Berechnen Sie die Höhe h_C des Punktes C.

c) Begründen Sie nur mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes, warum die Geschwindigkeit v_D größer ist als die Geschwindigkeit v_T.

d) Leiten Sie die Formel für die Wurfweite w, die gleich dem x-Abstand der Punkte B und D ist, her und berechnen Sie diesen Wert.

Mechanik: Aufgabe 2 **(8 Punkte)**



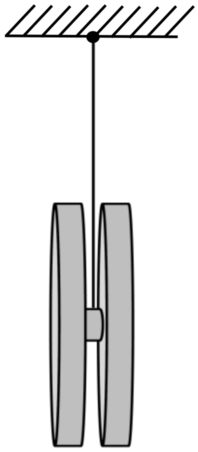
Ein kleiner Wagen 1 mit der Masse m_1 = 5 kg befindet sich in einem größeren Wagen 2 mit der Masse m_2 = 25 kg. Wagen 1 ist mit einer Feder (Federkonstante k = 1000 N/cm) am großen Wagen 2 befestigt. Die Feder ist dabei um die Länge von Δx = 5 cm zusammengedrückt. Der große Wagen 2 fährt mit der Geschwindigkeit v_2 = 10 m/s. Nach dem Öffnen der Feder (die Feder kann sich also entspannen) wird der kleine Wagen 1 durch die sich entspannende Feder in Bewegung gesetzt. Reibungskräfte sollen hier vollständig vernachlässigt werden.

a) Berechnen Sie die relative Geschwindigkeit $v_{1,rel}$, die der kleinere Wagen 1 gegenüber dem größeren Wagen 2 hat.

b) Berechnen Sie den Impuls des Gesamtsystems und beweisen Sie die Impulserhaltung.

c) Berechnen Sie die Energie des Gesamtsystems und beweisen Sie die Energieerhaltung.

Mechanik: Aufgabe 3 **(8 Punkte)**



Ein JoJo (Maxwellsches Rad) besteht aus zwei jeweils d = 5 mm dicken Scheiben aus Stahl (Massendichte von Stahl: $\rho = 7{,}8\ \mathrm{g/cm^3}$) mit einem Radius von jeweils $r_1 = 4$ cm, die im Abstand von D = 5 mm auf einer Stahlachse mit dem Radius $r_2 = 4$ mm befestigt sind (siehe die Abbildung rechts). An dieser Achse ist zwischen den beiden Schwungscheiben ein masseloser Faden befestigt. Die Masse des mittleren Abschnitts der Achse zwischen den beiden Scheiben kann bei den folgenden Aufgaben vernachlässigt werden.

a) Berechnen Sie die Masse m und das Trägheitsmoment J des JoJos.

b) Berechnen Sie die gesamte kinetische Energie des JoJos, wenn es beim Abrollen die Sinkgeschwindigkeit v erreicht hat.

c) Berechnen Sie die gesamte kinetische Energie des JoJos in Abhängigkeit von der Winkelgeschwindigkeit ω.

d) Berechnen Sie den prozentualen Anteil der Translationsenergie an der gesamten kinetischen Energie.

e) Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit und die Sinkgeschwindigkeit die das JoJo hat, wenn es um eine Höhe von h = 50 cm abgesunken ist. Vernachlässigen Sie dabei die Translationsenergie.

Mechanik: Aufgabe 4 **(12 Punkte)**

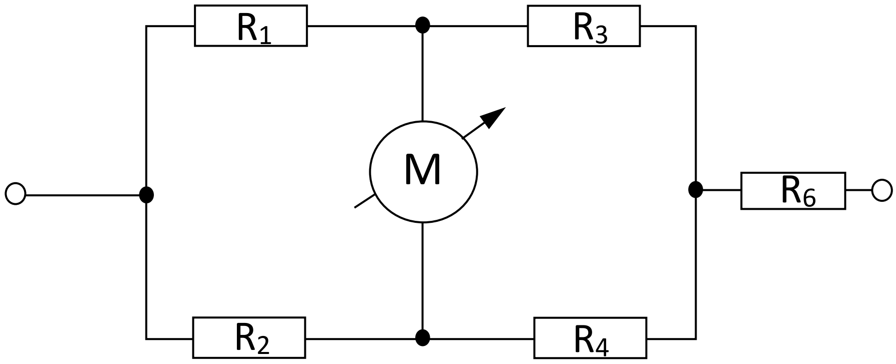
Gegeben ist ein System bestehend aus zwei gleichen mathematischen Pendeln der Länge $\ell_1 = \ell_2 = \ell$ mit den Massen $m_1 = m_2 = m$. Beide Pendel bewegen sich in einer Ebene mit kleinen Auslenkungswinkeln φ_1 und φ_2 relativ zu ihren vertikalen Ruhepositionen. Die beiden Pendel sind durch eine masselose Feder mit einer Federkonstanten k schwach gekoppelt, wobei die Länge der Feder gleich dem Abstand der Aufhängepunkte der beiden Pendel ist.

a) Zeigen Sie, dass die auf die Masse m_1 wirkende Federkraft für kleine Auslenkungen gleich dem Ausdruck $-k(\varphi_1 - \varphi_2)$ ist und bestimmen Sie die beiden Eigenschwingungen des Systems.

b) Zur Zeit t = 0 seien beide Pendel in Ruhe. Dann wird eines der beiden Pendel mit der Geschwindigkeit v angestoßen. Zeigen Sie rechnerisch, dass sich das angestoßene Pendel nach einer Zeit T beinahe in Ruhe befindet, so dass dementsprechend alle Energie zum anderen Pendel übergegangen ist. Geben Sie die Formel für die Zeit T an.

Elektrizitätslehre: Aufgabe 5 **(10 Punkte)**

Die nachfolgend gezeigte Brückenschaltung wird an eine Gleichspannung mit U = 300 V angeschlossen. Für die Widerstände gilt: R_1 = 20 Ω, R_2 = 30 Ω, R_3 = 40 Ω, R_4 = 10 Ω und R_6 = 10 Ω.



a) Bei dem eingezeichneten Messgerät handelt es sich zunächst um ein ideales Voltmeter. Was zeigt dieses an?

b) Wie groß ist die Gesamtleistung der Schaltung?

c) Jetzt wird das Messgerät mit einem zusätzlichen Widerstand R_5 = 25 Ω parallel geschaltet. Welcher Strom und welche Spannung würde jetzt von dem Messgerät angezeigt werden? (***Hinweis:*** Das Messgerät ist ein Multimeter und lässt sich wahlweise zur Spannungs- oder zur Strommessung verwenden.)

d) Ist das Messgerät in dieser Weise überhaupt als Messgerät geeignet? Begründen Sie Ihre Antwort und unterscheiden Sie dabei zwischen den Modi Spannungs- und Strommessung.

Elektrizitätslehre: Aufgabe 6 **(10 Punkte)**

Ein Elektron bewegt sich in einem homogenen Magnetfeld mit $\vec{B}_{\text{homogen}} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}$T.

a) Erklären Sie, was man unter einem „Magnetfeld“ versteht. Wie kann man dabei mit Hilfe von elektrischen Ladungen nachweisen, dass ein Raumgebiet von einem Magnetfeld durchdrungen wird?

b) Zeigen Sie, dass die Umlaufdauer elektrisch geladener Teilchen im homogenen Magnetfeld weder von der Geschwindigkeit noch vom Radius der Bahn abhängt.

Nun bewegt sich das Elektron mit der Geschwindigkeit $\vec{v} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \cdot 10^7\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ durchs Magnetfeld.

c) Welche Bahnart wird von dem Elektron durchlaufen? Wie groß ist die Lorentz-Kraft $\vec{F}_L$ auf das Elektron?

d) Es sei: $\vec{B}_{\text{homogen}} = \begin{pmatrix} 20 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ mT, $\phi(\vec{v}; \vec{B}_{\text{homogen}}) = 45°$ und $\vec{s}_0 = \vec{0}$. Berechnen Sie Geschwindigkeit $\vec{v}$ des Elektrons, wenn es den Punkt $\vec{s} = \begin{pmatrix} 10 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$cm nach 2 Umläufen erreichen soll.