

Experimentalphysik 1

Wintersemester 2023/2024

Prof. Dr. Alexander Holleitner

Probeklausur 2

22. Januar 2024

Aufgabe 1 - Bungeesprung (8 Punkte)

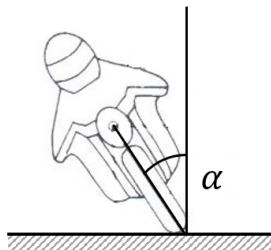
Ein Bungee-Springer möchte von einer Brücke der Höhe 45 m springen. Im entspannten Zustand hat das Bungee-Seil eine Länge $L = 25$ m. Das Seil gehorche dem Hook'schen Gesetz mit Federkonstante $k = 160$ N/m. Der Springer kann als Massepunkt behandelt werden.

- (a) Welche Masse m muss der Springer haben, damit er gerade nicht ins Wasser eintaucht? (2P)
- (b) Bestimmen Sie den Betrag und die Richtung der Kraft F , die auf den Springer am Umkehrpunkt wirkt. (2P)
- (c) Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Springers nach 30 m. (2P)
- (d) Der Springer führt seinen Bungeesprung am Äquator durch. Wie groß ist die Corioliskraft, die nach 30 m auf ihn wirkt, im Verhältnis zur Gewichtskraft? In welche Richtung wirkt sie? (2P)

Aufgabe 2 - Motorrad-Testfahrt (12 Punkte)

Auf einer ebenen Kreisbahn mit Durchmesser von 200 m wird ein Motorrad getestet. Dafür wird das Motorrad aus dem Stand gleichmäßig beschleunigt.

- (a) Zur Kontrolle der Beschleunigung/Geschwindigkeit befinden sich entlang der Strecke im Abstand von 10 m Lichtschranken. Der Motorradfahrer startet in unbekanntem Abstand zur ersten Lichtschranke. Der gemessene Zeitintervall zwischen Lichtschranke 1 und 2 beträgt $\Delta t_{12} = 1,2$ s und der zwischen Lichtschranke 2 und 3 beträgt $\Delta t_{23} = 0,7$ s. Berechnen Sie die Beschleunigung a des Motorrads. (5P)
(Ersatzergebnis: $a = 7,2$ m/s²)
- (b) Berechnen Sie die seitliche Neigung α des Motorrads gegen die Normale (siehe Abbildung) für den Zeitpunkt $t_b = 5$ s nach dem Start. (4P)



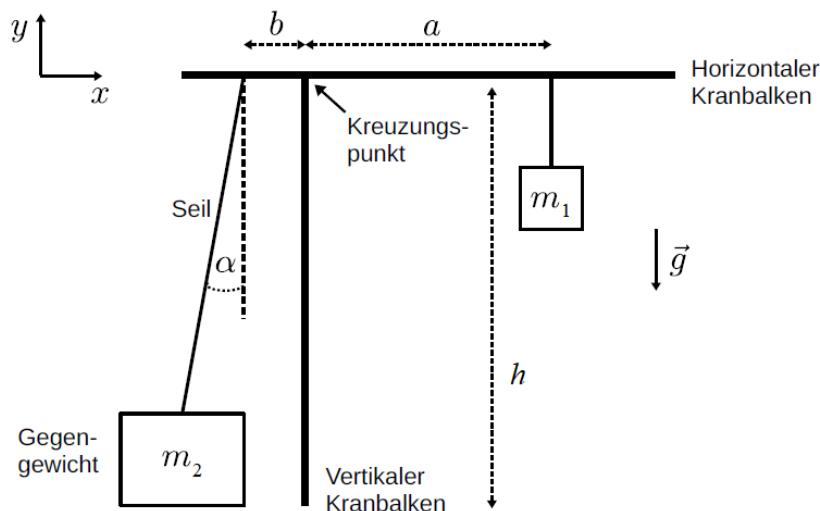
- (c) Der Reibungskoeffizient zwischen Motorradreifen und Boden beträgt $\mu = 0,9$. Begründen Sie, ob es möglich ist, dass das Motorrad auf der Teststrecke seine Höchstgeschwindigkeit von 200 km/h erreichen kann, ohne wegzurutschen. (3P)

Aufgabe 3 - Kran (8 Punkte)

Gegeben sei ein Kran, bestehend aus zwei zueinander senkrechten Balken. Der horizontale Balken liegt am Kreuzungspunkt auf dem vertikalen Balken der Höhe h auf (siehe Abbildung). Es werde eine Kiste

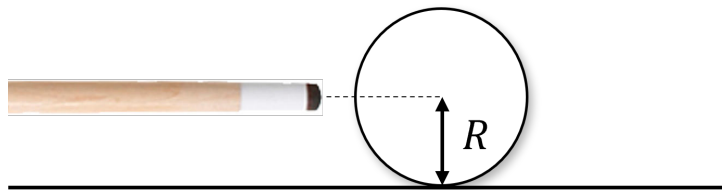
der Masse m_1 gehalten, welche sich im Abstand a vom Kreuzungspunkt befindet. Das Gegengewicht wird von einer Masse m_2 aufgebracht, welche über ein Seil mit dem horizontalen Balken verbunden ist. Der Punkt, an dem das Seil mit dem horizontalen Balken verbunden ist, hat den horizontalen Abstand b vom Kreuzungspunkt. Das Seil ist gespannt und bildet einen Winkel α mit der Vertikalen. Die Balken sind unverformbar und haben vernachlässigbare Masse, ferner kann sich der vertikale Balken nicht bewegen oder rotieren.

- Bestimmen Sie den Betrag der Seilkraft F_S , die das Seil auf den horizontalen Balken ausüben muss, damit der horizontale Balken nicht kippt. (3P)
- Bestimmen Sie Betrag und Richtung der Auflagekraft F_K , die der vertikale Balken am Kreuzungspunkt auf den horizontalen Balken auswirkt. Bestimmen Sie außerdem das auf den vertikalen Kranbalken wirkende Drehmoment M_K , das kompensiert werden muss damit er in Ruhe ist. (3P)
- Wie groß muss m_2 mindestens sein, damit die Masse m_1 mit einer Beschleunigung von g nach oben gezogen werden kann? (2P)



Aufgabe 4 - Billard (13 Punkte)

Stößt man eine Billardkugel (Masse $m = 170$ g und Radius $R = 57$ mm) mit einem Billardstock derart an, dass die Wirkungslinie der Kraft parallel zur Tischplatte und durch den Massenmittelpunkt der Kugel geht (siehe Abbildung), gleitet sie zunächst und beginnt dann zu rollen.



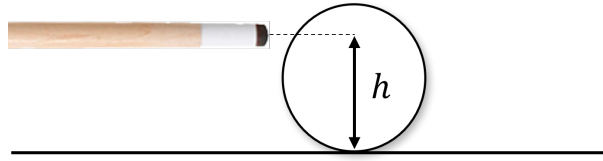
- Erklären Sie, warum geht die Bewegung der Kugel vom Rutschen schließlich in eine reine Rollbewegung übergeht. (2P)
- Unmittelbar nach dem Stoß beträgt die Geschwindigkeit der (rutschenden) Kugel $v_0 = 1,0$ m/s. Berechnen Sie die Geschwindigkeit v_1 der Kugel, wenn sie vollständig rollt ohne zu rutschen. (4P)
Hinweis: Das Trägheitsmoment einer Kugel bei Rotation um deren Schwerpunkt ist gegeben mit:

$$I_S = \frac{2}{5} m R^2 \quad (1)$$

Ersatzergebnis: $v_1 = 0,78$ m/s

- Welche Energiemenge wurde beim Übergang von der Rutsch- in die Rollbewegung der Kugel in Wärme umgewandelt? (3P)

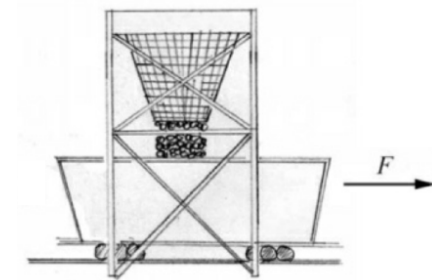
- (d) Berechnen Sie die Höhe h über dem Tisch, in der man die Billardkugel mit dem Billardstock treffen muss, damit sie nach dem Stoß nicht gleitet sondern sofort zu rollen beginnt. (4P)



Aufgabe 5 - Minenwaggon (10 Punkte)

Ein leerer Minenwaggon der Masse m_0 wird aus der Ruhe mit der (konstanten) Kraft F beschleunigt. Gleichzeitig wird Kohle in den Waggon geladen. Diese fällt mit der Rate \dot{m} (Einheit kg/s) vertikal von oben in den Waggon. Reibung kann vernachlässigt werden.

- (a) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit v_a des Waggons, wenn die Masse m_a verladen wurde. (3P)
- (b) Bestimmen Sie den Betrag der Arbeit, die aufgewendet werden musste, um den Waggon zu beschleunigen. (2P)



An seinem Ziel soll der Waggon nun wieder entladen werden. Dafür wird, während er mit Geschwindigkeit v_a fährt, eine Klappe am Boden geöffnet und die Kohle fällt vertikal mit (konstanter) Rate \dot{m} aus dem Waggon.

- (c) Bestimmen Sie die Kraft F_b mit der der Waggon gebremst werden muss, damit der Waggon seine Geschwindigkeit konstant hält. (3P)
- (d) Welche Geschwindigkeit v_e hätte der Waggon am Ende des Entladevorgangs (m_a ist wieder vollständig entladen), wenn er nicht gebremst werden würde? (2P)

Aufgabe 6 - Schwingung einer ausgedehnten Scheibe (10 Punkte)

Eine zylindrische Scheibe mit Radius $r = 0,80$ m und einer Masse $m = 6,0$ kg habe eine homogene Massendichte. In der Entfernung d vom Mittelpunkt der Scheibe befindet sich ein kleines Loch, an dem man die Scheibe aufhängen kann.

- (a) Sie bauen aus der Scheibe ein physikalisches Pendel indem Sie sie an einen Nagel an der Wand hängen. Berechnen Sie den Wert von d , damit die Schwingungsdauer dieses physikalischen Pendels $T = 2,5$ s beträgt. Sie können von kleinen Auslenkungen ausgehen. (6P)
- (b) Welchen Wert muss d haben, damit die Schwingungsdauer minimal wird? Wie groß ist diese minimale Schwingungsdauer? (4P)

