

Experimentalphysik 1

Wintersemester 2023/2024

Prof. Dr. Alexander Holleitner

1. Probeklausur

27. November 2023

Zugelassene Hilfsmittel:

- Ein einseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- Ein nicht-programmierbarer Taschenrechner

Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

Achten Sie auf Übersichtlichkeit und Leserlichkeit. Unübersichtliche oder unleserliche Lösungen können von der Korrektur ausgeschlossen werden.

Aufgabe 1 - Kugelfwurf von Balkon (10 Punkte)

Sie stehen auf einem Balkon und werfen mit ausgestrecktem Arm (in 10 m Höhe über dem Erdboden) eine Stahlkugel, die wir als Massenpunkt behandeln, mit einer Anfangsgeschwindigkeit von $v_0 = 5,0$ m/s senkrecht nach oben.

- Berechnen Sie die maximale Steighöhe. (2P)
- Berechnen Sie die Gesamtzeit, die vergeht, bevor die Kugel auf der Erde aufschlägt. (3P)
- Berechnen Sie die Endgeschwindigkeit beim Aufschlag auf der Erde. (1P)
- Skizzieren Sie das Geschwindigkeits-Zeit- und das Ort-Zeit-Diagramm. (4P)

Achten Sie insbesondere auf eine korrekte Achsenbeschriftung!

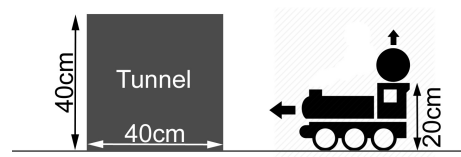
Aufgabe 2 - Ballschuss von Zug (10 Punkte)

Sheldon Cooper ist seit jeher von Zügen begeistert. In seiner Kindheit baute er einen Aufsatz für seine Spielzeugeisenbahn (Höhe $h_0 = 20$ cm), welche einen kleinen Ball während der Fahrt mit der Geschwindigkeit $v_B = 4,5$ m/s senkrecht nach oben schießt. Eine klassische Spielzeugeisenbahn hat eine Geschwindigkeit von $v_Z = 0,6$ m/s.

- Wie weit hat sich der Zug horizontal fortbewegt, wenn der Ball wieder auf ihm landet? (3P)

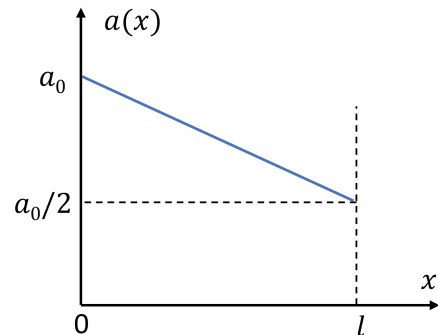
Jetzt wird ein 40 cm langer und 40 cm hoher Tunnel auf die Gleise gestellt (siehe Abbildung nächste Seite) und das gleiche Experiment wiederholt.

- (b) In welchem Bereich (zwei Werte!) vor dem Tunnel muss der Ball abgeschossen werden, damit er hinter dem Tunnel auf der Eisenbahn landet? (5P)
- (c) Wie langsam darf der Zug höchstens fahren, damit der Ball genau noch über den Tunnel fliegt? (2P)



Aufgabe 3 - Tennisballmaschine (15 Punkte)

In einer Ballmaschine werden Tennisbälle mit der Masse $m = 58 \text{ g}$ aus der Ruhelage beschleunigt. Die Beschleunigung a eines Tennisballs entlang des Abschussrohrs ist jedoch nicht konstant. Sie nimmt mit dem zurückgelegten Weg linear von $a_0 = 300 \text{ m/s}^2$ am Anfang des Rohres auf $a_0/2$ am Ende des Rohres ab (siehe rechtes Diagramm). Das Rohr hat eine Länge von $l = 0,80 \text{ m}$.



- (a) Berechnen Sie die Geschwindigkeit v_l eines Tennisballes beim Verlassen des Rohres. (6P)
(Ersatzergebnis: $v_l = 22 \text{ m/s}$)
- (b) Welche Arbeit W muss die Ballmaschine für die Beschleunigung eines Tennisballs aufwenden? Reibungseffekte können vernachlässigt werden. (2P)
- (c) Die Tennisballmaschine stehe am Boden. Der Abschuss-Winkel α ist zwischen 0° und 90° frei justierbar. Berechnen Sie die maximale Weite, die ein Ball aus der Maschine unter den gegebenen Umständen fliegen kann. (5P)

Hinweis: Die Länge des Abschussrohrs kann vernachlässigt werden. Gehen Sie davon aus, dass der Ball für alle Winkel direkt vom Boden abgeschossen wird.

Folgende Identität könnte hilfreich sein:

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = \cos(2\alpha) \quad (1)$$

- (d) Wie hoch sollte die Tennishalle für diesen Fall dann mindestens sein? (2P)

Aufgabe 4 - Stein an Schnur (15 Punkte)

Ein Stein der Masse $m = 0,20 \text{ kg}$ wird an einem $l = 0,50 \text{ m}$ langen Seil mit 2 Umdrehungen pro Sekunde im Kreis geschleudert. Die Schwerkraft sei zunächst zu vernachlässigen.

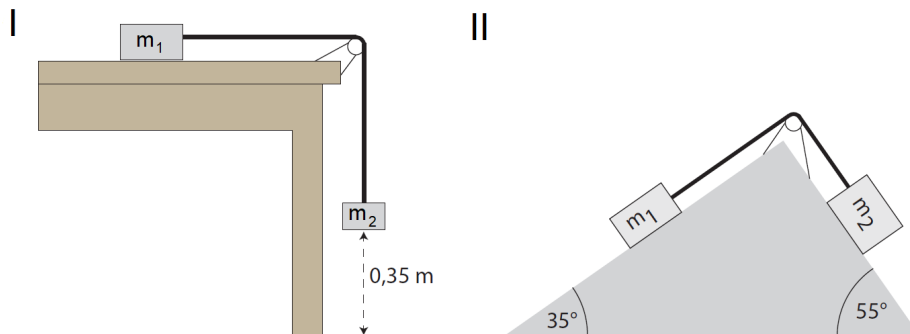
- (a) Berechnen Sie die kinetische Energie des Steins. (2P)
- (b) Welche Kraft muss aufgebracht werden, um den Stein auf seiner Kreisbahn zu halten? (2P)
- (c) Bei welcher Umdrehungsfrequenz würde das Seil reißen, wenn es 100 N aushält? (2P)

Nun betrachten wir zusätzlich die Schwerkraft.

- (d) Wie groß ist der Radius r' der Kreisbahn, die nun der Stein bei einer Umdrehungsfrequenz von 2 Umdrehungen pro Sekunde beschreibt? (5P)
- (e) Mit welcher Spannung T ist in diesem Fall das Seil gespannt? (2P)
- (f) Bei welcher Umdrehungsfrequenz würde das Seil reißen? (2P)

Aufgabe 5 - Rutschende Quader (11 Punkte)

- (a) Ein Quader mit der Masse $m_1 = 4 \text{ kg}$ liege auf einer waagerechten Tischplatte und sei über ein Seil, das über eine reibungsfreie Rolle läuft, mit einem $m_2 = 3 \text{ kg}$ Massestück verbunden (siehe Abbildung I). Wie groß muss der (Haft-)Reibungskoeffizient μ mindestens sein, damit der Quader ruht? (2P)
- (b) Der (Gleit-)Reibungskoeffizient zwischen Tisch und Quader betrage nun $\mu = 0,35$. Der Quader werde losgelassen. Wie lange braucht m_2 für den $0,35 \text{ m}$ tiefen Fall auf den Boden? (4P)
- (c) Gegeben sei nun eine neue Anordnung (Abbildung II): Zwei Körper mit den Massen m_1 und m_2 können jeweils auf einer schiefen Ebene gleiten. Sie sind mit einem Seil verbunden, das über eine reibungsfreie Rolle führt. Der (Haft-)Reibungskoeffizient zwischen beiden Körpern und dem Untergrund ist $\mu = 0,3$. In welchem Bereich (zwei Werte!) muss das Massenverhältnis der Körper sein, damit die Anordnung in Ruhe ist? (5P)



Aufgabe 6 - Gravimeter (10 Punkte)

Sie haben ein Gravimeter, das Änderungen des Gravitationsfelds mit einer Empfindlichkeit von $\Delta g/g = 1,00 \cdot 10^{-11}$ bestimmen kann.

- (a) Sie stehen mit dem Gerät auf einer Wiese, während Ihr 80 kg schwerer Freund auf Sie zukommt. Wie nah kann Ihr Freund an Sie herankommen, bevor das Messgerät durch seine Anwesenheit eine Änderung von g feststellt? (4P)
Hinweis: Radius Erde: $r_E = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$, Masse Erde: $m_E = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.
- (b) Sie fahren in einem Heißluftballon und benutzen das Gerät, um Ihre Höhenänderung zu messen (es wird angenommen, dass der Ballon mit konstanter Geschwindigkeit senkrecht nach oben steigt). Welches ist die kleinste Höhenänderung, die Sie mit Ihrem Gerät im Gravitationsfeld der Erde bestimmen können? Ist diese Messung also sinnvoll? Warum/warum nicht? (6P)