

Name(n):
Matrikelnummer(n):

Übungsgruppe:

Experimentalphysik I, WS 2016/17

Prof. Dr. A. Zilges, M.Sc. Mark Spieker, M.Sc. Simon Pickstone

Institut für Kernphysik, Universität zu Köln

Vorlesungswebseite: www.ikp.uni-koeln.de/zilges/vorl/exp1/exp1.html

Übungsblatt 4

| | | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| Aufgabe Nr.: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Summe |
| Punkte: | | | | | | | | |

Ausgabe: Mittwoch, 16. November 2016 in der Vorlesung und auf der Vorlesungswebseite

Abgabe: Mittwoch, 23. November 2016 vor der Vorlesung

Besprechung: Mittwoch, 28. November 2016 in den Übungen

Bitte nutzen Sie dieses Blatt als Deckblatt für Ihre Übung und heften Sie alles zusammen. Bitte geben Sie auch die oben genannten Informationen leserlich an!

1. [2 Punkte] Die Qual der Wahl

Für die Experimentalphysikvorlesung zur Mechanik und Wärmelehre haben Sie sich acht Lehrbücher aus der Universitätsbibliothek ausgeliehen. Der Tipler und Gerthsen sind mit jeweils 5 cm vergleichbar dick und haben Massen von 3 kg, während die anderen sechs Bücher 3 cm dick sind mit jeweils eine Masse von 1.7 kg. Um Platz auf Ihrem Schreibtisch zu schaffen, entscheiden Sie sich, die Bücher übereinander zu stapeln. Berechnen Sie, wie viel Arbeit erforderlich ist, um die Bücher aufeinander zu stapeln, wenn Sie auf dem Tipler beginnen und mit dem Gerthsen fortfahren! (2 Punkte)

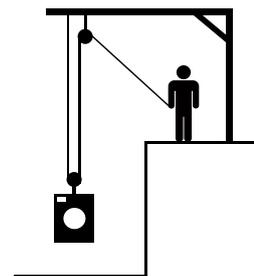
Hinweis: Auf den Seiten der Universitätsbibliothek können Sie auch diverse Physikbücher des Springer Verlags als E-Book bekommen (www.ub.uni-koeln.de).

2. [5 Punkte] Eine Waschmaschine für die neue Wohnung

Sie entscheiden sich für Ihre Studenten-WG eine Waschmaschine anzuschaffen. Im Laden finden Sie eine gebrauchte, intakte Maschine mit einer Masse von 80 kg. Nehmen Sie im folgenden einen Gleitreibungskoeffizienten $\mu_g = 0.6$ an.

- Leicht erschöpft vom Vortag entscheiden Sie und Ihr Mitbewohner sich, die Waschmaschine die 20 m zur Kasse zu schieben. Berechnen Sie die Arbeit, die Sie dabei verrichten, wenn Sie mit einer konstanten Geschwindigkeit schieben! (1 Punkt)
- Am Eingang Ihres Wohnhauses angekommen und das Treppenhaus vor sich sehend überlegen Sie, wie Sie die Waschmaschine in Ihre Wohnung im vierten Stock bekommen können. Ihr Mitbewohner schlägt vor die Treppe durch ein stabiles Holzbrett in eine Rampe mit einer Steigung von 20° umzufunktionieren. Welche Arbeit würden Sie verrichten, wenn Sie die Höhendifferenz von 12 m zwischen Erdgeschoss und viertem Stock auf dieser Rampe bewältigen würden? Vergleichen Sie ihr Ergebnis mit der Arbeit, die Sie verrichten würden, wenn Sie die Maschine die vier Stockwerke tragen! Nehmen Sie an, dass Sie eine durchgehende Treppe bis ins vierte Stockwerk haben. (2 Punkte)

- c) Nachdem Sie sich für die weniger zeitaufwändige Option des Tragens entschieden haben, fragt Sie Ihr Mitbewohner, ob ein Seilzug Ihnen die Arbeit nicht erleichtert hätte. Sie setzen sich an Ihren Schreibtisch und beginnen für eine Konstruktion, wie sie in der Abbildung gezeigt ist, das Problem durchzuspielen.



Berechnen Sie die Kraft, die notwendig ist, um die Maschine mit dem Seilzug hochzuheben! Nehmen Sie dazu an, dass sich die Maschine mit konstanter Geschwindigkeit ziehen lässt. Berechnen Sie weiterhin die Arbeit, die nötig ist, um die Maschine in das vierte Stockwerk zu ziehen! Verwenden Sie dazu die Definition der Arbeit als Produkt aus Kraft und Weg. Vergleichen Sie abschließend Ihr Ergebnis für die Arbeit mit denen aus Aufgabenteil b)! (2 Punkte)

3. [5 Punkte] Satellit in Umlaufbahn

- a) Mit welcher Geschwindigkeit müsste ein Satellit von der Erdoberfläche mindestens senkrecht nach oben geschossen werden, damit er dem Schwerefeld der Erde entkommt? (2 Punkte)
- b) Welche Umlaufzeit (in Abhängigkeit vom Abstand zum Erdmittelpunkt) muss ein Satellit haben, damit er auf einer stabilen Umlaufbahn oberhalb der Erdoberfläche bleibt? Wie groß wäre die Umlaufzeit und die Winkelgeschwindigkeit direkt an der Erdoberfläche? Welche Umlaufzeit muss der Satellit haben, um auf einer geostationären Bahn - also immer über dem gleichen Punkt der Erdoberfläche - zu bleiben? Welche Höhe über dem Erdboden hat diese geostationäre Bahn? (3 Punkte)

Hinweis: Der Erdradius beträgt $R = 6.37 \cdot 10^6$ m, ihre Masse $M = 5.98 \cdot 10^{24}$ kg. Nehmen Sie an, die Erde sei kugelförmig, vernachlässigen Sie den Einfluss der Erdrotation und benutzen Sie den Energieerhaltungssatz.

4. [4 Punkte] Ein Ausflug ins Phantasialand

Eine der Attraktionen des Phantasialands in Brühl ist die Achterbahn „Black Mamba“, die bereits als beste Achterbahn Europas ausgezeichnet wurde und eine Gesamtlänge von 768 m hat. Der höchste Looping hat eine Höhe von 20 m. Vernachlässigen Sie im folgenden alle Reibungskräfte, betrachten Sie den Looping als kreisförmig und nehmen Sie weiterhin an, dass der Loopingeingang am tiefsten Punkt der Strecke liegt.

- a) Berechnen Sie die minimale Geschwindigkeit, die der Waggon haben muss, damit der Looping bewältigt werden kann! (2 Punkte)
- b) Bestimmen Sie in Abhängigkeit der Höhe, die die Achterbahn maximal erreicht, welche Geschwindigkeit der Waggon am höchsten Punkt des Loopings hat! (1 Punkt)
- c) Angeblich wirken bis zu $4.5 g$ bei der Fahrt mit „Black Mamba“ auf Sie ein. Berechnen Sie mit Hilfe Ihres Ergebnisses aus Aufgabenteil b), wie weit der höchste Punkt h_0 der Strecke oberhalb zum Eingang des Loopings liegen müsste, damit Sie eine Beschleunigung von $4.5 g$ am höchsten Punkt des Loopings erfahren! (1 Punkt)

5. [2 Punkte] Kapriolen gegen die Schwerkraft

Mit diesem Motto wirbt der UniSport² Köln für seinen Trampolinkurs. Da Anmeldungen für den Kurs derzeit nur über Wartelistenplätze möglich sind, entscheiden Sie sich für einen Spontanbesuch. Hier beobachten Sie eine Trampolinspringerin, deren Gewicht Sie mit 49 kg abschätzen. Sie beobachten, dass die Turnerin in ruhendem Zustand das Tuch um 0.3 m eindrückt. Nach einem Sprung von ihr wird das Tuch

um 1.2 m ausgelenkt. Bestimmen Sie die Sprunghöhe der Turnerin, sowie ihre maximale Geschwindigkeit!
(2 Punkte)

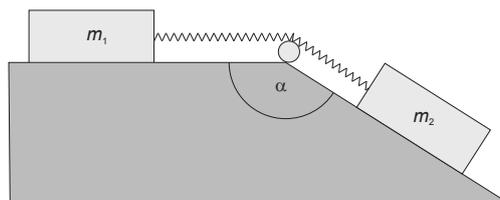
6. [2 Punkte] Ein Staubkorn im Kölner Winter

Ein Staubkorn wird von einem 100 m hohen Schornstein ausgestoßen und fällt unter dem Einfluss der Gewichtskraft zu Boden. Der Fall in der umgebenden Luft wird durch die Stokesche Reibung gebremst. Die Viskosität η betrage $1.8 \cdot 10^{-5} \text{ N s/m}^2$, das Staubteilchen sei kugelförmig und habe einen Radius von 10^{-5} m , sowie eine Dichte von 2 g/cm^3 . Bestimmen Sie Endgeschwindigkeit, welche das Staubteilchen erreicht! (2 Punkte)

7. [7 Bonuspunkte] Federgekoppelte Klötze

Zwei Metallquader (Massen $m_1 = 1 \text{ kg}$ und $m_2 = 1.5 \text{ kg}$) ruhen auf einem abgewinkelten Tisch und sind mit einem masselosen, elastischen Band der Ruhelänge $l_0 = 2 \text{ m}$ verbunden (siehe Skizze). Nehmen Sie an, dass das elastische Band für Abweichungen von der Ruhelänge dem Hookeschen Gesetz folgt (Federkonstante $k = 10 \text{ N/m}$) und reibungsfrei über die Umlenkrolle läuft. Der Haftreibungskoeffizient zwischen Klötzen und Tischplatte ist $\mu_H = 0.5$, der Winkel in der Tischplatte ist $\alpha = 150^\circ$.

- Wie weit muss das Band mindestens ausgedehnt sein, damit m_2 nicht die schiefe Ebene hinab rutscht? Skizzieren Sie die Kräfte, die auf m_2 wirken.
- Wie weit kann man die beiden Klötze auseinander ziehen, ohne dass sie beim Loslassen wieder zusammen rutschen? Zeichnen Sie das Kräfte diagramm für m_1 und m_2 .



Erreichbare Gesamtpunktzahl: 20 + 7 Bonuspunkte