Physik 1: Mechanik und Thermodynamik

Humboldt–Universität zu Berlin, Wintersemester 2014/15,
Dr. M. zur Nedden / Prof. Dr. S. Kowarik (VL),
Dr. A. Nikiforov, A. Stasik, L. Pithan, M. Kerber und G. Hoffmann (UE)

Übungsblatt 10: Probeklausur (VL01 - VL18)

Ausgabe: Do, 18. Dezember 2014 in der Vorlesung bzw. online
Rückgabe: Do, 08. Januar 2015 vor der Vorlesung aber NICHT online

Vorbemerkung

- **Zeit:** 150 Minuten (im Schnitt 30 Minuten pro Aufgabe)
- **Hilfsmittel:** ein von Hand beschriebenes DIN-A4 blatt, **kein Taschenrechner**
- **Abgabe:** jeder muss einzeln abgeben, nur zusammengetackerte Blätter werden korrigiert, Abgabe nur vor der ersten Vorlesung nach den Weihnachtsferien
- **Bewertung:** bestanden: 50 % (Note 4.0), dann in Schritten von 5 % zur nächsten Note (d.h. 55 – 59 %: 3.7, 60 – 64 %: 3.3, ..., 96 – 100 %: 1.0)
- **Hinweise:**
  - Diese Probeklausur ist realistisch vom Typ der Aufgaben, die Klausur selbst wird 180 Minuten dauern und 6 Aufgaben beinhalten;
  - lesen Sie die Aufgaben **sorgfältig und vollständig** durch, bevor Sie mit der Bearbeitung beginnen;
  - schreiben Sie die Lösungen von Hand und nicht am Computer, bei der Klausur bekommen Sie Blätter von uns, auf die sie schreiben müssen;
  - rechnen Sie die Klausur am Stück, bei der richtigen Klausur können Sie auch nicht unterbrechen;
  - seien Sie ehrlich zu sich und verwenden Sie **nur** die erlaubten Hilfsmittel;
  - nehmen Sie diesen Test sehr ernst, er gibt Ihnen eine realistische Einschätzung Ihres Lernstandes;
  - arbeiten Sie unbedingt alles nach, was Sie bei der Probeklausur nicht gewusst haben;
  - die Punkte gehen **nicht** in die Gesamtwertung ein, es ist nur eine Rückmeldung für Sie.

Aufgabe 1: Allgemeine Fragen (20 Punkte)

1. Wie lautet das zweite Newtonsche Axiom?
2. Wie sind Drehimpuls und Drehmoment definiert?
3. Was ist ein Trägheitstensor?
4. Nennen Sie zwei Beispiele von Scheinkräften sowie deren Definitionen.
5. Was ist ein konservatives Kraftfeld? Geben Sie ein Beispiel.
6. Wie lauten die Keplerschen Gesetze?
7. Wie lautet das Hook'sche Gesetz? Nennen Sie zwei Beispiele von Deformationen.
8. Wie lautet die Bewegungsgleichung für ein Federpendel?
9. Wie ist Arbeit und die potentielle Energie definiert?
10. Was besagt das Archimedische Prinzip?

Aufgabe 2: Newtonsche Gesetzte (20 Punkte)

Ein Torwart schießt von der Torlinie einen als punktförmig anzunehmenden Fußball der Masse m mit einer Anfangsgeschwindigkeit v_0 unter einem Winkel α zur Horizontalen in Richtung des gegnerischen Tors.

1. (5 Punkte) Leiten Sie eine Formel dafür her, wie weit der Ball im Spielfeld landet.
2. (4 Punkte) Bestimmen Sie den Winkel α für den der Ball am weitesten fliegt. Begründen Sie Ihre Antwort!
3. (9 Punkte) Nun herrsche leichter horizontaler Gegenwind der Geschwindigkeit v_w. Wiederholen Sie die Teile 1. und 2. für diesen allgemeineren Fall.
4. (2 Punkte) Vergrößert oder verkleinert sich der optimale Winkel gegenüber dem windstillen Fall oder bleibt er gleich?

Aufgabe 3: Fadenpendel (20 Punkte)

Betrachten Sie ein Fadenpendel der Länge L und der Masse m.

1. (4 Punkte) Zeichnen Sie in einer Skizze die wirkenden Kräfte ein. Zerlegen Sie dabei die Gewichtskraft in einen Anteil parallel und in einen Anteil senkrecht zum Faden.
2. (5 Punkte) Das Fadenendel befinde sich zum Zeitpunkt $t = 0$ in Ruhe und sei um einen kleinen Winkel φ_0 ausgelenkt. Stellen Sie die Bewegungsgleichung für den Auslenkungswinkel auf. Benutzen Sie die Näherung $\sin\varphi \approx \varphi$ um die Bewegungsgleichung zu lösen.

3. (5 Punkte) Benutzen Sie Ihre Lösung $\varphi(t)$ um aus der Bahngeschwindigkeit am tiefsten Punkt der Pendelbewegung die kinetische Energie an diesem Punkt zu berechnen.
4. (6 Punkte) Drücken Sie die maximale Höhe des Fadenpendels durch φ_0 aus und berechnen Sie daraus mit Hilfe des Energiesatzes die kinetische Energie am tiefsten Punkt der Pendelbewegung. Warum stimmt das Resultat nicht mit dem in Teilaufgabe 3. gefundenen überein?

Aufgabe 4: Rotationsbewegungen (20 Punkte)

1. (4 Punkte) Zeigen Sie ausgehend von der kinetischen Energie einer punktförmige Masse, dass für die Rotationsenergie $E_{\text{rot}} = L^2/(2 \cdot I)$ gilt. Benennen Sie dabei alle Größen.
2. (6 Punkte) Eine Person (masselos) rotiere zunächst auf einer Plattform (masselos) und halte eine Kugel (mit Radius R, Masse M und Trägheitsmoment I_{s} (bzgl. ihres Schwerpunktes $I_{\text{s}} = \frac{2}{5}MR^2$) im Abstand d zur Rotationsachse mit der Winkelgeschwindigkeit ω_1. Danach ziehe die Person die Kugel auf den Abstand $\frac{d}{2}$ und rotiere mit ω_2. Leiten Sie mit Hilfe des Satzes von Steiner eine Gleichung für das Verhältnis der Winkelgeschwindigkeiten ω_1/ω_2 her und vereinfachen Sie diese (für den Fall $d = 4 \cdot R$), bis Sie nur noch eine rationale Zahl haben.
3. (6 Punkte) Berechnen Sie die Arbeit, die durch das Heranziehen verrichtet wurde. Benutzen Sie dabei zur Vereinfachung das Ergebnis aus Teil 2 (falls Sie Teil 2 nicht lösen konnten, wählen Sie $I_1/I_2 = 3$). Und mit wenigen Worten: Wohin geht die Energie?
4. (4 Punkte) Mit kurzer Begründung: Bei welchem Abstand wird ω maximal? Was würde mit ω passieren, wenn die Person die Arme unendlich weit ausstrecken könnte?

Aufgabe 5: Reibung (20 Punkte)

Ein Arbeiter möchte eine schwere Last mit einem Seil eine Rampe herunterlassen. Er hilft sich, indem er das Seil um einen Poller wickelt. Gegeben sind die Masse der Last M, die Haft- und Gleitreibungskoeffizienten zwischen Last/Rampe (μ_{H1}, μ_{H2}) und Seil/Poller (μ_{G1}, μ_{G2}), außerdem der Winkel zwischen Rampe und Boden α.

1. (4 Punkte) Zeichnen Sie alle wirkenden Kräfte in die Skizze ein und stellen Sie die Bewegungsgleichung auf.
2. (5 Punkte) Wenn der Arbeiter die Last nicht hält, wie groß muss dann der Winkel zwischen Rampe und Boden sein, damit die Last gerade noch stehen bleibt?
3. (5 Punkte) Der Arbeiter hält die Last nun mit einer Kraft F_{A} und der Winkel α so groß, dass die Last von alleine beginnen würde zu rutschen. Wie groß muss der Umschlingungswinkel φ in Abhängigkeit von α sein, damit die Last nicht zu rutschen beginnt?
4. (5 Punkte) Um die Last hinabzulassen halbiert der Arbeiter die Kraft, so dass die Last gleite und durch die Luftreibungskraft $\vec{F} = -\beta \cdot \vec{v}$ gebremst werde. Bestimmen Sie die Maximalgeschwindigkeit v_{max} und nutzen Sie dazu aus, dass die Last mit konstanter Geschwindigkeit gleite.

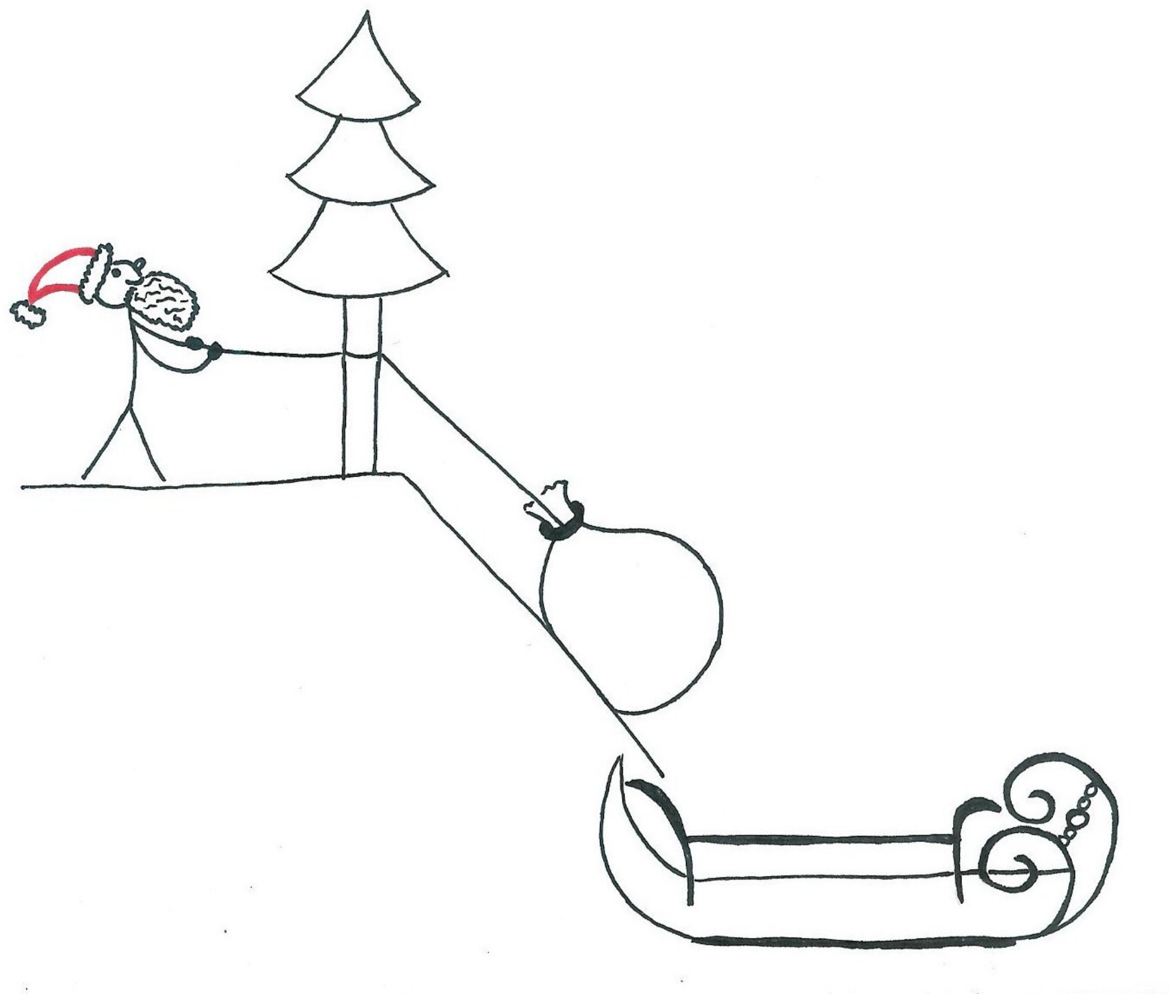

Abbildung 1: Zu Aufgabe 5: Der Weihnachtsarbeiter lässt die Last mit einem Seil um den Baum auf den Schlitten gleiten.