

**Nachklausur 2003 Physik I (Mechanik)**

Priv. Dozent Dr. M. Erdmann, Dr. G. Barker

Name/Vorname :

Matrikelnummer :

Fachsemester :

Übungsgruppe Nummer:

Betreuer(in) :

- maximale Bearbeitungszeit: 3 Stunden
- Schreiben Sie Ihre Antworten direkt auf die ausgehändigten Blätter. Zusätzliche Blätter sind verfügbar, falls benötigt. Schreiben Sie Ihren Namen, Ihre Matrikelnummer und die Aufgabennummer klar und deutlich an den oberen Rand von jeder zusätzlich benötigten Seite.
- Taschenrechner sind **nicht** erlaubt und werden auch nicht gebraucht. Lassen Sie alle Faktoren wie z.B.  $\pi$  oder  $\sqrt{2}$  usw. in Ihrem Endergebnis stehen.
- Legen Sie Ihren Studentenausweis neben sich auf den Tisch, so dass er während der Klausur kontrolliert werden kann.

$$g = 10 \text{ m/s}^2 \quad , \quad M_E = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$1 \text{ Jahr} = 3 \times 10^7 \text{ s} \quad , \quad G = 7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$$

$$\sin(30^\circ) = 0.5 \quad , \quad \sin(60^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\cos(30^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad , \quad \cos(60^\circ) = 0.5$$

Hinweis: Gleichungen vom Typ:  $\ddot{x}^2(t) = Cx(t)$  können folgendermaßen gelöst werden: Differenziere beide Seiten nach  $t$ .

Nr.	erreicht	mögl.
1		10
2		10
3		10
4		10
5		10
6		10
Gesamt		60



1. (10 Punkte) 5 Fragen für jeweils 2 Punkte.

- (a) Ein Auto bewege sich geradeaus mit einer Beschleunigung von  $a = 12 \pm 2 \text{ m/s}^2$  und einer Anfangsgeschwindigkeit von  $v_0 = 20 \pm 1 \text{ m/s}$ . Wie weit hat sich das Auto in der Zeit  $t = 6 \text{ s}$  bewegt, und wie groß ist der Fehler auf diese Zahl?
- (b) Wenn man eine Masse  $m$  oben auf eine vertikal ausgerichtete Feder mit der Federkonstante  $K$  legt, wird die Feder aus ihrer entspannten Lage um die Länge  $b$  ( $=2 \text{ cm}$ ) zusammengedrückt. Aus welcher Höhe über der entspannten Feder muss man die Masse fallen lassen, damit die Feder um die Länge  $3b$  zusammengedrückt wird?
- (c) Welche der folgenden Aussagen gelten für eine *konservative* Kraft  $F(x)$ ?
- (a)  $F(x) = -dU(x)/dx$ , wobei  $U(x)$  die potentielle Energie bezeichnet.
  - (b) Die Arbeit, die durch die Kraft geleistet wird, indem durch sie eine Masse vom Punkt  $x = A$  zum Punkt  $x = B$  bewegt wird, ist unabhängig vom Weg.
  - (c) Die geleistete Arbeit beim Bewegen einer Masse auf einem Kreis ist 0, d.h.  $\oint F(x)dx = 0$ ,
  - (d) Bei einer Bewegung unter der Wirkung der Kraft  $F(x)$  ist die Gesamtenergie eine erhaltene Größe.
- (d) Berechnen Sie das Trägheitsmoment eines dünnen Stabes mit homogener Dichte, Masse  $m$  und Länge  $2a$  bezüglich einer Achse durch seinen Mittelpunkt, die senkrecht zur Stabachse steht.
- (e) Zeigen Sie, dass die Welle  $y = a \sin(\omega t - kx)$  die Wellengleichung erfüllt, wenn ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit durch  $c = \nu\lambda$  gegeben ist. (Hinweis: Es gilt:  $\omega = 2\pi\nu, k = 2\pi/\lambda$ )

## Lösung 1.

## Lösung 1.

2. 10 Punkte

- (a) Ein Golfer schlage einen Golfball mit einer Geschwindigkeit von 40 m/s unter einem Winkel von  $30^\circ$  zur Horizontalen ab. Der Ball lande auf dem Grün in einer horizontalen Entfernung von 120 m. Bestimmen Sie, ob und um wieviel das Grün höher oder tiefer liegt als der Abschlagspunkt. Berechnen Sie die maximale Höhe, die der Ball erreicht, und die Zeit seit dem Abschlag, die er braucht um diese Höhe zu erreichen.
- (b) Ein Ball werde mit einer Geschwindigkeit von 30 m/s unter einem Winkel von  $60^\circ$  zur Horizontalen auf eine schiefe Ebene geworfen, die gegenüber der Horizontalen um  $30^\circ$  geneigt sei (siehe Abbildung 1). Bestimmen Sie die Zeit, die der Ball benötigt, um auf der schiefen Ebene aufzutreffen, und in welcher Entfernung  $R$  vom Abwurfpunkt entlang der Steigung er auftrifft.

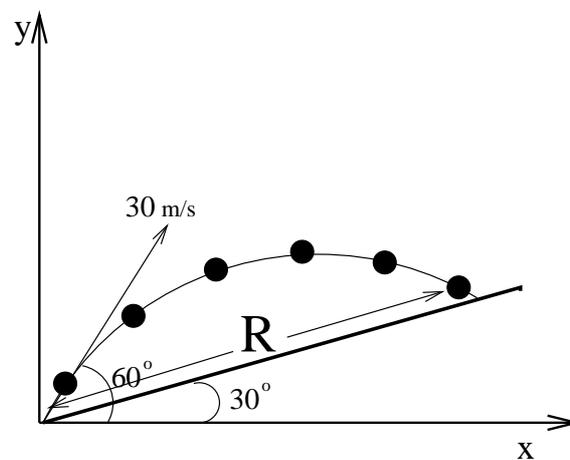


Abbildung 1:

---

Lösung 2.

## Lösung 2.

3. 10 Punkte

- (a) Eine 8m lange Wäscheleine sei zwischen zwei Stangen aufgehängt, so dass sie vernachlässigbar durchhänge (siehe Abbildung 2). Nun werde ein nasses Hemd mit

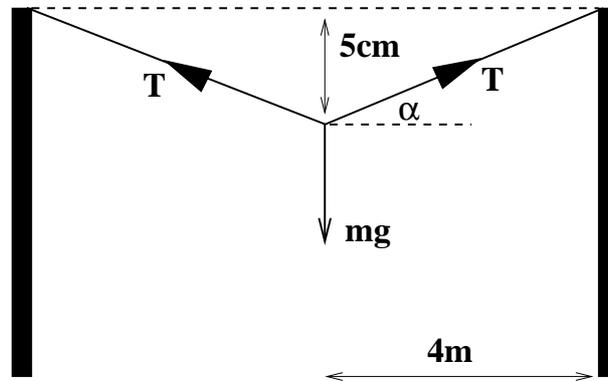


Abbildung 2:

einer Masse von 0.5 kg in der Mitte der Leine aufgehängt. Der Mittelpunkt der Leine werde daraufhin um 5 cm nach unten gezogen. Wie groß ist die Spannungskraft  $T$  in der Wäscheleine?

- (b) Eine Masse werde an eine Federwaage gehängt. Diese sei selbst an der Decke eines Fahrstuhls befestigt. Wenn der Fahrstuhl mit der Beschleunigung  $3 \text{ m/s}^2$  hochfahre, zeige die Federwaage 130 N. Was wird man ablesen, wenn der Fahrstuhl in der Aufwärtsbewegung mit  $7 \text{ m/s}^2$  abbremst?
- (c) Ein Auto der Masse 1 t ziehe einen Wohnwagen der Masse 600 kg über eine flache Ebene. Das Auto übe eine Zugkraft von 1.2 kN aus. Berechnen Sie die Beschleunigung des Autos mit Wohnwagen und die Spannungskraft in der Anhängerkupplung.

---

Lösung 3.

### Lösung 3.

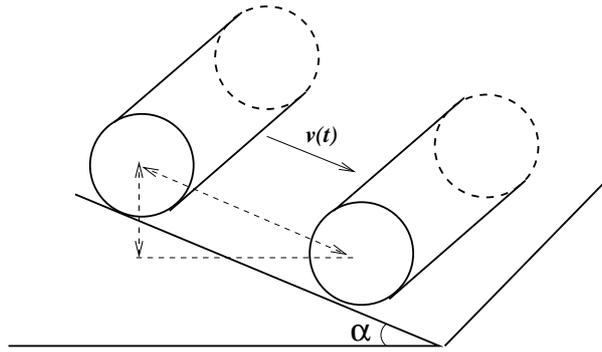


Abbildung 3:

4. 10 Punkte

- (a) Betrachten Sie eine dünne, kreisförmige Vollscheibe mit dem Radius  $R$  und mit homogener Dichte. Wie lautet das Trägheitsmoment der Scheibe bezüglich der senkrecht zur Scheibenebene stehenden Achse, die durch deren Mittelpunkt geht?
- (b) Ein homogener Vollzylinder der Masse  $M$  und mit Radius  $R$  rolle aus der Ruhe (ohne zu rutschen) eine schiefe Ebene hinab, die gegenüber der Horizontalen um den Winkel  $\alpha$  geneigt sei (siehe Abbildung 3). Wenden Sie die Energieerhaltung an, um zu zeigen, dass die lineare Geschwindigkeit des Zylinders gegeben ist durch:

$$v(t) = \frac{2}{3}g \sin \alpha \cdot t.$$

(Hinweis: Benutzen Sie die Antwort aus Teil (a).)

Berechnen Sie die auf der schiefen Ebene zurückgelegte nach 2 Sekunden Entfernung, wenn der Neigungswinkel  $\alpha = 30^\circ$  ist.

Lösung 4.

## Lösung 4.

5. 10 Punkte

Eine Masse von 2 kg bewege sich entlang der  $x$ -Achse, da sie von einer Kraft der Stärke  $8x$  in Richtung des Ursprungs gezogen werde. Die Masse sei anfangs am Punkt  $x (= 20 \text{ cm})$  in Ruhe. Bestimmen Sie einen Ausdruck, der die Position der Masse zu jeder Zeit  $t$  angibt. Skizzieren Sie die Funktion  $x(t)$ , wenn auf die Masse auch eine *kleine* Reibungskraft wirkt, die proportional zu der Geschwindigkeit der Masse ist (ohne weitere Rechnung).

---

Lösung 5.

## Lösung 5.

6. 10 Punkte

- (a) Zeigen Sie, dass sich die Sonnenmasse durch das dritte Keplersche Gesetz

$$M_{\text{Sonne}} = \frac{4\pi^2 r^3}{G T^2}$$

beschreiben lässt, unter der Annahme, dass sich die Planeten des Sonnensystems auf Kreisbahnen mit der Sonne im Mittelpunkt bewegen. Setzen Sie die für die Erde gültigen Werte für  $r$  und  $T$  ein, um einen Schätzwert für die Sonnenmasse zu erhalten. ( $r = r_E = 1.5 \times 10^{11}$  m)

(Hinweis: Setzen Sie die Gravitationskraft zwischen der Sonne und einem Planeten gleich der Kraft, die einen Körper in einer Kreisbewegung hält.)

- (b) Die Sonne scheint sich auf einer Kreisbahn mit einem Radius von 25000 Lichtjahren um den Mittelpunkt unserer Galaxis mit einer Geschwindigkeit von 250 km/s zu bewegen (ein Lichtjahr  $\simeq 10^{16}$  m). Die Erde benötigt ein Jahr, um eine nahezu kreisförmige Bahn mit dem Radius  $r_E$  um die Sonne zu beschreiben. Was sagen uns diese Fakten über die Größe der Masse, die für das Halten der Sonne in ihrer Bahn verantwortlich sein muss? Bestimmen Sie diese Masse in Einheiten von  $M_{\text{Sonne}}$ . (Hinweis: Es ist nicht nötig, einen Zahlenwert für die Gravitationskonstante  $G$  einzuführen, um diese Frage beantworten zu können.)

---

Lösung 6.

## Lösung 6.