Fakultät für Physik
Technische Universität München
Bernd Kohler & Daniel Singh

Blatt 1
WS 2014/2015
23.03.2015

Ferienkurs Experimentalphysik 1

(★) - leicht
(★★) - mittel
(★★★) - schwer

Aufgabe 1: *Verständnisfragen*

a) Unter welcher Voraussetzung kann zur Berechnung der Geschwindigkeit die Formel $v_x = \frac{x}{t}$ verwendet werden?

b) Warum ist jede Kreisbewegung - auch die gleichförmige - eine beschleunigte Bewegung?

c) Erläutern Sie den Unterschied zwischen der Bahngleichung $y(x)$ und der Ort-Zeit-Funktion $y(t)$.

d) Inwiefern ist das 1. Newton'sche Gesetz („Trägheitsgesetz“) im 2. Newton'schen Gesetz („Bewegungsgesetz“ $F = m \cdot a$) enthalten?

e) Es wird ein System von Punktmassen betrachtet, die sich in einer waagrechten Ebene bewegen können. Sie stoßen zusammen, laufen auseinander usw. Es wirkt nur die Schwerkraft. Die Bewegung wird durch keine Reibungswirkungen beeinflusst. Gilt für dieses System der Impulserhaltungssatz? Begründen Sie Ihre Antwort.

f) Die in der vorherigen Frage beschriebene Ebene wird um den Winkel α gegen die Waagrechte geneigt. Geben Sie auch für diesen Fall an, ob der Impulssatz gilt. Begründen Sie Ihre Antwort.

g) Unter welchen Umständen treten im Inneren eines fahrenden Straßenbahnwagens Coriolis-Kräfte auf? Wie zeigen sich diese?

Aufgabe 2: *Ort - Geschwindigkeit - Beschleunigung* (★)

Ein Massenpunkt befindet sich zur Zeit $t = 0$ im Koordinatenursprung und bewegt sich anschließend mit der Beschleunigung

$$\vec{a} = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \cdot \sin\left(\frac{\pi t}{T}\right) \\ a_z \cdot \frac{t}{T} \end{pmatrix}, \tag{1}$$

dabei sind a_x, a_y und a_z konstant.

Berechnen Sie den Ort $\vec{r}(T)$ und die Geschwindigkeit $\vec{v}(T)$ des Massenpunktes zur Zeit $t = T$ in Abhängigkeit von a_x, a_y, a_z und T.

Aufgabe 3: *Stein fällt in Brunnen* (★)

Ein Stein fällt in einen Brunnen. Seine Anfangsgeschwindigkeit ist Null. Ein Zeitintervall $\Delta t = 1\,\mathrm{s}$ nach dem Beginn des freien Falls wird eine zweiter Stein mit der Anfangsgeschwindigkeit $v'_{z0} = 20\,\mathrm{m/s}$ hinterhergeworfen. Der Luftwiderstand bleibt unberücksichtigt. ($g = 10\,\mathrm{m/s^2}$)

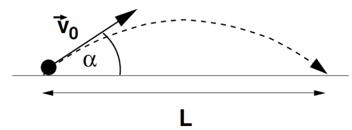
a) Berechnen Sie die Zeit t_1, die nach Bewegungsbeginn des ersten Steines vergeht, bis dieser vom zweiten Stein überholt wird.

b) In welcher Tiefe z_1 findet der Überholvorgang statt?

c) Skizzieren Sie den Verlauf der Bewegung beider Steine im $z(t)$-Diagramm!

Aufgabe 4: *Golf auf dem Mond* (★★)

Um das Leben auf dem Mond angenehmer zu gestalten, soll ein Golfplatz errichtet werden. Dazu ist es notwendig zu wissen, wie weit Golfbälle auf dem Mond fliegen können. *Hinweis:* Vernachlässigen Sie Reibungseffekte sowie die Krümmung der Mondoberfläche bei Ihren Rechnungen. Die Beziehung $2\sin\alpha\cos\alpha = \sin(2\alpha)$ könnte hilfreich sein.



a) Der Mond hat 1,23 % der Erdmasse und 27,3 % des Erdradius. Berechnen Sie daraus die Fallbeschleunigung g_M auf der Mondoberfläche.

Ersatzlösung: $g_M = 2\,\mathrm{m/s^2}$

b) Geben Sie die Flugweite L eines Golfballs in Abhängigkeit vom Abschlagwinkel α und dem Betrag v_0 der Anfangsgeschwindigkeit an. Zeigen Sie, dass L für $\alpha = 45°$ maximal wird.

c) Berechnen Sie die maximale Flugweite für $v_0 = 50\,\mathrm{m/s}$. Welche maximale Höhe H über dem Boden erreicht der Ball dabei?

Aufgabe 5: *Gleichförmige Kreisbewegung* (★★)

Ein Auto fährt geradlinig mit der Geschwindigkeit $v_0 = 96\,\mathrm{km/h}$ auf der Autobahn. Die Räder haben den Durchmesser $d = 2r_2 = 58\,\mathrm{cm}$

a) Welche Radialbeschleunigung a_r hat die Ventilkappe das Rades, die sich im Abstand $r_1 = 14{,}5\,\mathrm{cm}$ von der Achse befindet?

b) In welcher Zeit t_1 ändert sich die Richtung der Tangentialgeschwindigkeit dieser Kappe um den Winkel $\varphi_1 = 60°$? (Hierbei soll die Drehung um die mitbewegte Achse des Rades betrachtet werden.)

c) Angenommen, die Ventilkappe löse sich gerade beim Durchgang im oberen Punkt. In welcher Richtung würde sie sich unmittelbar nach dem Lösen bewegen und wie groß wäre die Geschwindigkeit v_K?

Aufgabe 6: *Der Nord-Süd-Pol-Express* (★)

Sie bauen eine Strecke für Schnellzüge die in einem Kreis einmal um die Erde und dabei über beide Pole geht. Nun fährt ein Schnellzug mit konstant 360 km/h auf dieser Strecke. Vernachlässigen sie Reibung. Der Zug hat eine Masse von 400 t.

a) An welcher/-n Stelle(n) ist die seitwärts auf die Schienen wirkende Kraft am größten, wo am kleinsten?

b) Was ist der Wert der Kraft, an der/-n Stelle(n), an denen die Kraft minimal wird?

c) Berechnen sie den Betrag der Kraft, die die Schienen maximal seitwärts auf den Zug ausüben müssen! In welche Richtung wirkt die Kraft?

d) Wie schnell dürfte der Zug fahren, wenn die Schienen seitwärts maximal eine Kraft von 10kN auf den Zug ausüben können, ungeachtet davon ob das geht?

Aufgabe 7: *Der Äquator-Express* (★)

Nun wollen sie ihr Streckennetz um eine Strecke erweitern. Die geplante Strecke führt um den Äquator. Der Zug hat wieder die Masse 400 t. Der Radius der Erde am Äquator ist 6378 km.

a) Gibt es eine Geschwindigkeit, bei der man im Zug Schwerelosigkeit erlebt? Wenn ja, berechnen Sie sie! Vernachlässigen sie die Drehung der Erde hierfür!

b) Kann man die Schwerkraft des Mondes im Zug simulieren? Wenn ja, bei welcher Geschwindigkeit?

c) Jetzt überlegen Sie, was man beachten muss, wenn man die Drehung der Erde nicht mehr vernachlässigt! (Tipp: Die Geschwindigkeit des Zuges wird relativ zur Erdoberfläche gemessen.)

Aufgabe 8: *Rammbär* (★★)

Mit einem Rammbär der Masse $m_1 = 450\,\mathrm{kg}$ wird ein Pfahl der Masse $m_2 = 400\,\mathrm{kg}$ in den Boden gerammt. Das Rammen von Pfählen wird als unelastischer Stoß zwischen Rammbär und Pfahl betrachtet. Der Rammbär fällt aus der Höhe $h = 1{,}20\,\mathrm{m}$ auf den Pfahl. Beim letzten Schlag sinkt der Pfahl noch um die Strecke $s = 1{,}0\,\mathrm{cm}$ ein.

Wie groß ist dabei die mittlere Widerstandskraft des Bodens?