ÜBUNGEN ZUR PHYSIK I UND EINFÜHRUNG IN DIE THEORETISCHE PHYSIK I
Wintersemester 2019/20, Wolfgang Hillert, Robin Santra, Peter Schleper

Übungsblatt 2

Abgabe der Lösungen am 07.11.2019

Aufgabe 1: Formelsammlung **1 (A)**
Stellen Sie auf ca. einer Seite eine eigene Formelsammlung zum Stoff der letzten Vorlesungswoche zusammen.
(Ziel ist es, dass Sie so bis zum Ende des Semesters eine Formelsammlung von ca. 11 Seiten haben, mit der Sie sich auf die Klausur vorbereiten können.)

Aufgabe 2: Kick-Start
Sie stehen an einer Ampel und beschleunigen bei grün.

a) Welche Geschwindigkeit würden Sie nach 4 s erreichen, wenn Sie mit $a = 9,81\ \mathrm{ms}^{-2}$ beschleunigen könnten? Welche Strecke legen Sie dabei zurück? **4 (A)**

b) Wie groß ist die Beschleunigung, wenn sie nach 100 m eine Geschwindigkeit von 50 km/h erreichen. Nehmen Sie wieder an, dass die Beschleunigung konstant ist. **5 (B)**

c) Jetzt soll die Beschleunigung nicht konstant sein, sondern mit der Zeit steigen:

$$a(t) = c \cdot t$$

mit $c = 9,375\ \mathrm{ms}^{-3}$. Wie groß ist die Geschwindigkeit nach 4s ? Wie lautet die Funktion $v(t)$ für beliebige t ? Wie groß ist die zurückgelegte Strecke nach 4 Sekunden? **4 (C)**

Aufgabe 3: Bahnkurve **11 (A)**
Ein Ball wird mit der Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 30$ m/s senkrecht in die Luft geworfen. Wählen Sie ein geeignetes Koordinatensystem und berechnen Sie den Ort als Funktion der Zeit (Bahnkurve). Wie groß ist die maximale Steighöhe? Wie groß ist seine Geschwindigkeit, wenn er an der Abwurfstelle wieder auftrifft (Reibungseinflüsse sind zu vernachlässigen; es sind ausschließlich Formeln der Kinematik zu verwenden: $g = 9.81\ \mathrm{m/s}^2$).

Aufgabe 4: Flugzeug mit Problemen **11 (B)**
Ein Flugzeug verliert während des Starts in einer Höhe von $y_0 = 1000$ m eines seiner Räder. Seine Fluggeschwindigkeit beträgt in diesem Moment $|\vec{v}| = 720$km/h, der Steigwinkel des Flugzeugs beträgt 30° gegen die Horizontale. Stellen Sie die Bahnkurve (Ort als Funktion der Zeit) des Rads in einem geeigneten Koordinatensystem dar. Wie hoch ist die Endgeschwindigkeit des Rads in Bahnrichtung beim Aufprall? Wo trifft das Rad auf den Boden ? Luftreibung ist zu vernachlässigen.

Aufgabe 5: Reversibilität
Betrachten Sie das dynamische Gesetz in Gl. 1.11 im LB ("LB" steht für das vorlesungsbegleitende Lehrbuch zur Einführung in die Theoretische Physik I), wobei der Zustand Z_n zum diskreten Zeitpunkt n durch eine reelle Zahl beschrieben sei.

a) Zeigen Sie, dass die Bewegungsgleichung für

$$f(Z_n) = Z_n^2 - Z_n$$

irreversibel ist. **3 (B)**

b) Zeigen Sie, dass die Bewegungsgleichung für

$$f(Z_n) = Z_n^3 - Z_n$$

reversibel ist. **3 (B)**

Aufgabe 6: Eindimensionale Bewegung in z-Richtung **6 (A)**

Die Parameter z_0, v_0 und g in Gl. 2.39 im LB können grundsätzlich jede reelle Zahl annehmen (positiv, negativ, oder null). Diskutieren Sie in Worten die Teilchenbewegung für die verschiedenen Möglichkeiten.

Aufgabe 7: Vektorkomponenten bezüglich einer Orthonormalbasis

Anja und Bernd beobachten die Bewegung eines Teilchens im dreidimensionalen Raum. Das von Anja verwendete Koordinatensystem und das von Bernd verwendete Koordinatensystem haben ihren jeweiligen Koordinatenursprung am gleichen Punkt im Raum (beide Koordinatenursprünge sind an der gleichen festen Stelle im Raum verankert). Bernds Koordinatenachsen sind aber im Vergleich zu Anjas Koordinatenachsen anders im Raum ausgerichtet, und zwar seien die zu Bernds Koordinatenachsen gehörigen Basisvektoren, bezüglich der von Anja verwendeten Orthonormalbasis, durch

$$\hat{e}_1 = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} \\ -\frac{\sqrt{2}}{2} \end{pmatrix}, \qquad \hat{e}_2 = \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{2}-2}{4} \\ \frac{\sqrt{2}+2}{4} \\ \frac{1}{2} \end{pmatrix}, \qquad \hat{e}_3 = \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{2}+2}{4} \\ \frac{\sqrt{2}-2}{4} \\ \frac{1}{2} \end{pmatrix}$$

gegeben.

a) Zeigen Sie, dass die $\hat{e}_j$ ($j = 1, 2, 3$) normiert sind. **3 (B)**

b) Zeigen Sie, dass die $\hat{e}_j$ ($j = 1, 2, 3$) zueinander orthogonal sind. **3 (B)**

c) Bezüglich der von Anja verwendeten Orthonormalbasis sei der Ortsvektor des Teilchens als Funktion der Zeit durch

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix} t$$

gegeben, wobei die Parameter v_x, v_y und v_z Konstanten sind. Bestimmen Sie den Koordinatenvektor von $\vec{r}(t)$ bezüglich der von Bernd verwendeten Orthonormalbasis. **6 (B)**