Abgabe der Lösungen: 28.05.2019

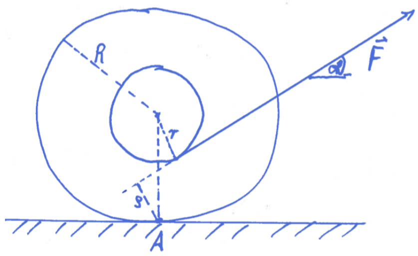
Übung 6 zur Vorlesung Physik I

Aufgabe 1: Formelsammlung **1 (A)**

Stellen Sie auf ca. einer Seite eine eigene Formelsammlung zum Stoff der letzten Vorlesungswoche zusammen.

Aufgabe 2: Kabeltrommel

Eine Kabeltrommel liegt so auf dem Boden, dass das Kabel von der Unterseite der Wicklung her abgewickelt wird. Je nach dem, unter welchem Winkel α am Kabelende gezogen wird, rollt die Trommel nach links oder rechts.



a) Begründen Sie die Beziehung

$$\cos\alpha = \frac{r+\varrho}{R}$$

1 (A)

b) Bestimmen Sie den Grenzwinkel α_1, bei dem gerade keine Bewegung stattfindet, für $r = 20$ cm und $R = 40$ cm. **2 (B)**

Aufgabe 3: Von der Erde zum Mars

Sie starten mit einer Rakete von der Erde zum Mars. (Zahlen auf der nächsten Seite.)

a) Wie groß sind pro kg Masse der Rakete auf der Oberfläche der beiden Planeten jeweils die potentiellen Energien, die Rotationsenergien aufgrund der Bahnbewegung der Planeten und die Drehimpulse relativ zur Sonne? (Vernachlässigen Sie die Eigenrotation der Planeten.) **2 (B)**

b) Wie können Sie eine Rakete so steuern, so dass Sie sowohl den Energieunterschied als auch den Drehimpulsunterschied erzeugen, um von der Umlaufbahn der Erde zur Umlaufbahn des Mars zu gelangen. **2 (B)**

Aufgabe 4: Künstliche Schwerkraft

Im Filmklassiker "2001 - Odyssee im Weltraum" wird ein Raumschiff in der Form eines Reifens in Drehung versetzt, um so künstliche Schwerkraft im Raumschiff zu simulieren. Im Film rotiert das Raumschiff einmal in 30 s um sich selbst, `https://youtu.be/4ll_6RimCuM`

a) Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit der Rotation? **1 (A)**

b) Welchen Radius muss das Raumschiff haben, damit Sie ganz außen im Raumschiff den Eindruck haben, es gäbe die gleiche Schwerkraft wie auf der Erde? **1 (B)**

c) Ihr Gewicht beträgt 75 kg. Wie viel Arbeit müssen Sie aufwenden, um vom äußeren Rand bis zum Zentrum des Rads zu gelangen, und gegen welche Kraft? **2 (C)**

	Masse (kg)	Radius (m)	Bahnradius (m)
Sonne	$2 \cdot 10^{30}$	$700 \cdot 10^6$	–
Erde	$6,0 \cdot 10^{24}$	$6,4 \cdot 10^6$	$150 \cdot 10^9$
Mars	$0,64 \cdot 10^{24}$	$3,4 \cdot 10^6$	$228 \cdot 10^9$
Mond	$0,073 \cdot 10^{24}$	$1,7 \cdot 10^6$	$0,38 \cdot 10^9$ zur Erde

Aufgabe 5: Periodische Bewegung

Betrachten Sie die eindimensionale Bewegung einer Masse m in einem Potential $V(x)$, gemäß der üblichen Bewegungsgleichung $m\ddot{x} = -V'(x)$.

a) Zeigen Sie daß die Gesamtenergie $E = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + V(x)$ zeitlich konstant ist. **2 (A)**

b) Die Umkehrpunkte $x = a$ und $x = b$ einer periodischen Bewegung sind durch $\dot{x} = 0$, also $E = V(a) = V(b)$ gegeben, wobei $V(x) < E$ für $a < x < b$ sei. Zeigen Sie daß die Periode für eine Bewegung von a nach b und zurück nach a durch die allgemeine Formel

$$T = \int_a^b \left[\frac{1}{2m}\left(E - V(x)\right)\right]^{-1/2} dx$$

gegeben ist. **2 (B)**

Aufgabe 6: Drehimpuls und Relativbewegung **3 (B)**

Betrachten Sie das in der Vorlesung diskutierte System zweier Punktmassen m_1 und m_2 mit Ortsvektoren $\mathbf{r}_1$ und $\mathbf{r}_2$. Wie üblich definiert man den relativen Ortsvektor $\mathbf{r} \equiv \mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_2$ und den Schwerpunkt $\mathbf{R} \equiv (m_1\mathbf{r}_1 + m_2\mathbf{r}_2)/(m_1 + m_2)$. Der Gesamtdrehimpuls ist $\mathbf{L}_{\text{tot}} = \mathbf{L}_1 + \mathbf{L}_2$, wobei die Einzeldrehimpulse wie üblich durch $\mathbf{L}_i \equiv \mathbf{r}_i \times \mathbf{p}_i = m_i\mathbf{r}_i \times \dot{\mathbf{r}}_i$ für $i = 1,2$ definiert sind. Zeigen Sie daß $\mathbf{L}_{\text{tot}}$ auch folgendermaßen zerlegt werden kann:

$$\mathbf{L}_{\text{tot}} = \mathbf{L}_{\text{S}} + \mathbf{L}\,,$$

wobei

$$\mathbf{L}_{\text{S}} \equiv \mathbf{R} \times \mathbf{P} \equiv (m_1 + m_2)\mathbf{R} \times \dot{\mathbf{R}}$$

der Drehimpuls aufgrund der Bewegung des Schwerpunkts und

$$\mathbf{L} \equiv \mathbf{r} \times \mathbf{p} \equiv \mu\mathbf{r} \times \dot{\mathbf{r}}$$

der Drehimpuls der Relativbewegung mit der reduzierten Masse $\mu \equiv m_1m_2/(m_1 + m_2)$ sind.