

Aufgabe 1: Kurzfragen

(8 Punkte)

Beantworten Sie so kurz wie möglich:

i) 1 P. Nennen Sie die Newtonschen Axiome.

ii) 1,5 P. Nennen Sie drei Erhaltungsgrößen der klassischen Mechanik.

iii) 1,5 P. Welche Größen der Rotation entsprechen folgenden Größen der Translation?

1. Strecke

2. Kraft

3. Impuls

iv) 2 P. Wie lautet die Differentialgleichung des harmonischen Oszillators und dessen allgemeine Lösung?

v) 2 P. Erklären Sie das Superpositionprinzip anhand mindestens einer Eigenschaft von mechanischen Wellen.

vi) 2 P. Wie lautet das Archimedische Prinzip. Geben Sie ein Beispiel an.

Aufgabe 2: Schiefer Wurf

(11 Punkte)

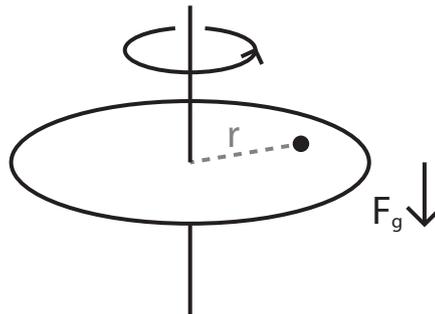
Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird ein Ball am Ort $x_0 = \begin{pmatrix} 10 \\ 0 \end{pmatrix}$ m mit einer Startgeschwindigkeit $v_0 = \begin{pmatrix} 20 \\ 20 \end{pmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ abgeschossen. (Die x-Achse sei dabei die Horizontale)

- i) 2 P. Geben sie die Bahnkurve des Balls für $t \geq 0$ in vektorieller Darstellung an.
- ii) 3 P. An welchem Ort x_1 trifft der Ball wieder auf den Boden ($y=0$) auf, wenn die Reibung vernachlässigt wird? Zu welcher Zeit t_1 trifft er auf?
- iii) 3 P. Welche maximale Höhe erreicht der Ball? Zu welchem Zeitpunkt t_{max} erreicht er diese?
- iv) 3 P. Berechnen Sie die kinetische Energie des Balls zum Zeitpunkt $t = 0$! Wie groß ist die kinetische Energie beim Aufprall auf den Boden? Was lässt sich damit über die Geschwindigkeit v_1 sagen, mit der der Ball auf den Boden auftrifft?

Aufgabe 3: Rotationsprobleme

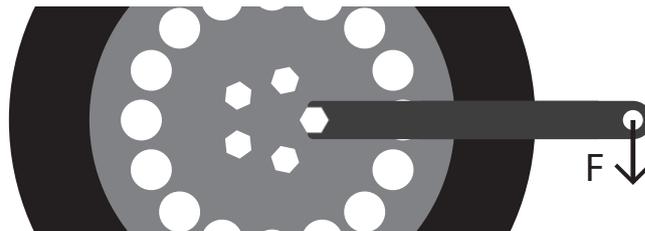
(9 Punkte)

- i) 3 P. Auf einem sich drehenden und flachen Teller befindet sich ein Massepunkt im Abstand $r = 10 \text{ cm}$ zur Drehachse. Die zwischen Teller und Massepunkt aufgrund der Gravitationskraft F_g wirkende Haftreibungskraft hat den Koeffizienten $\mu = 0,5$.



Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit ω , die zugehörige Frequenz f und die Bahngeschwindigkeit v des Massepunktes kurz bevor er von der Scheibe fliegt.

- ii) 1 P. Berechnen Sie den Drehimpuls L des Massepunktes aus i) wenn dieser eine Masse von $m = 90 \text{ kg}$ hat.
- iii) 2 P. Das Anzugsdrehmoment einer Radschraube soll 130 Nm betragen. Der Schraubenschlüssel ist 1.3 m lang.



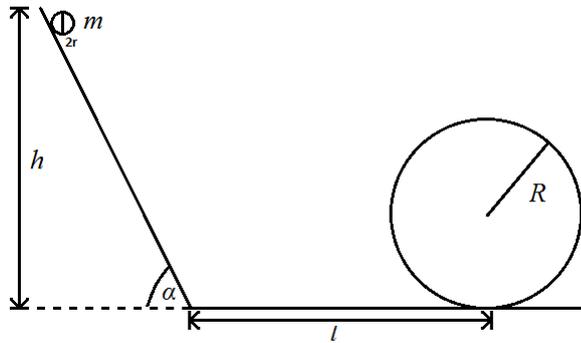
Welche Kraft müssen Sie am Ende des Schraubenschlüssels senkrecht zu diesem aufbringen?

- iv) 3 P. Eine Eiskunstläuferin dreht sich auf einem Bein stehend um Ihre eigene Achse mit der Winkelgeschwindigkeit ω_1 . Ihre Hände sind dabei nach außen ausgestreckt. Nun zieht die Eiskunstläuferin Ihre Arme eng an den Körper an; Wie verhält sich ω_2 gegenüber ω_1 ? Vergleichen Sie dazu auch die Trägheitsmomente I_1 und I_2 der unterschiedlichen Körperhaltungen!

Aufgabe 4: Looping

(11 Punkte)

Ein Körper der Masse $m = 10\text{ g}$ gleitet aus der Höhe h eine schiefe Ebene mit der Neigung $\alpha = 60^\circ$ hinunter. Anschließend gleitet er auf einer horizontalen Strecke mit einer Länge von $l = 30\text{ cm}$ und durchläuft schließlich einen Looping mit dem Radius $R = 10\text{ cm}$.



- i) 3 P. Aus welcher Höhe h muss der Körper losgelassen werden, damit er den Looping komplett durchlaufen kann, wenn keine Reibung auftritt? Der Körper darf hier als Massepunkt angenommen werden.
- ii) 4 P. Berechnen Sie h erneut für den Fall, dass die horizontale Strecke einen Gleitreibungskoeffizienten von 0.1 besitzt. Der Looping und die schiefe Ebene seien dabei weiterhin reibungsfrei und der Körper wird weiterhin als Massepunkt betrachtet.
- iii) 4 P. Nehmen Sie nun bei der Berechnung der Rampehöhe an, dass der Ball eine Ausdehnung mit Radius $r = 1\text{ cm}$ hat und ein Trägheitsmoment von $I = \frac{2}{5}mr^2$ besitzt. Beachten Sie, dass sich dadurch der effektive Loopingdurchmesser verändert. Die Reibung darf für diesen Fall wieder vernachlässigt werden.

Aufgabe 5: Harmonische Schwingung

(6 Punkte)

Ein Gewicht der Masse $m = 680\text{kg}$ wird an einer Feder mit der Federkonstante $D = 65\text{N/m}$ befestigt und gleite reibungsfrei auf einer Unterlage. Das Gewicht wird um den Abstand $x = 11\text{cm}$ aus seiner Ruhelage (bei $x_0 = 0\text{cm}$) ausgelenkt und zum Zeitpunkt $t = 0\text{s}$ losgelassen.

- i) 1 P. Berechnen Sie die Periode und Frequenz der Bewegung.
- ii) 1 P. Wie groß ist die Amplitude der Schwingung?
- iii) 3 P. Zeichnen Sie qualitativ den Weg $x(t)$, die Geschwindigkeit $v(t)$, sowie die Beschleunigung $a(t)$ der Masse in einen Graphen.
- iv) 1 P. Bestimmen Sie die maximale kinetische Energie, die die Masse erreichen kann.

Aufgabe 6: Impulse beim Billard

(8 Punkte)

Bei einem Billardspiel trifft eine Kugel A eine ruhende Kugel B. Nach dem Stoß bewegt sich Kugel A mit einer Geschwindigkeit von 3,5 m/s, wobei ihre Bewegungsrichtung mit ihrer ursprünglichen Richtung einen Winkel von 22° einschließt. Kugel B hat nach dem Stoß eine Geschwindigkeit von 2,0 m/s.

- i) 3 P. Fertigen Sie eine Skizze für vor und nach dem Stoß an, in der anhand von Vektoren die Impulse vor und nach dem Stoß und die Winkel zueinander in der 2-dim. Ebene zu sehen sind.
- ii) 2 P. Berechnen Sie den Winkel zwischen der Bewegungsrichtung von Kugel B und der Bewegungsrichtung von Kugel A **vor** dem Stoß.
- iii) 1 P. Welche Geschwindigkeit hat Kugel A vor dem Stoß?
- iv) 2 P. Bleibt die kinetische Energie erhalten? Handelt es sich um einen elastischen oder einen inelastischen Stoß?

Hinweis: Die Rotationsenergie der Kugeln können Sie hierbei vernachlässigen.

Aufgabe 7: Fluidmechanik

(5 Punkte)

Die Besatzungsmitglieder eines geschädigten Uboots versuchen, dieses in einer Tiefe von 100m unterhalb der Wasseroberfläche zu verlassen.

- i) 2 P. Mit welcher Kraft muss die Luke (Abmessung 1,2 m auf 0,6 m) in der Decke des Uboots bei dieser Tiefe aufgestoßen werden?

Nun stelle man sich vor ein Uboot würde im Wasser mit einer Geschwindigkeit 5 m/s durch ein Rohr mit einer Querschnittsfläche von 4 m^2 mitgetrieben werden. Nachdem das Uboot einen Höhenunterschied von 10 m hinuntergeflossen ist, verbreitert sich das Rohr zu einer Querschnittsfläche von 8 m^2 .

- ii) 1 P. Welche Geschwindigkeit hat das Uboot auf dem niedrigeren Niveau?
- iii) 2 P. Welcher Druck herrscht hier auf dem Uboot, wenn der Druck auf den höheren Niveau $1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ betrug?