

Übungsaufgaben

1 Mechanik des Massenpunktes

1. Ein Auto fährt mit 100km/h gegen einen Baum. Aus welcher Höhe muss es fallen, um die selbe Geschwindigkeit beim Aufprall zu haben?
2. Ein Körper der Masse $m = 0.8\text{kg}$ wird senkrecht nach oben geworfen. Bei der Höhe $h = 10\text{m}$ hat er noch die kinetische von $E_{kin} = 200\text{J}$ Welche Maximalhöhe kann der Körper erreichen?
3. Eine Scheibe der Masse m gleitet reibungsfrei im Kreis mit dem Radius r auf einem Tisch und ist über eine Schnur (durch ein Loch im Tisch) mit einem hängenden Zylinder der Masse M verbunden.
 - a) Bei welchem Geschwindigkeitsbetrag der Scheibe bleibt der Zylinder in Ruhe?
 - b) Die Scheibe wird nun angehalten und beginnt sofort mit einer beschleunigten Bewegung zum Loch hin. Stellen Sie die Bewegungsgleichung auf und lösen Sie sie. Nach welcher Zeit t_0 fällt die Scheibe durch das Loch?
4. Wie groß ist die Entfernung eines geostationären Satelliten vom Erdmittelpunkt? Welche Energie braucht man bei seinem Start? Wie genau muss sein Abstand vom Erdmittelpunkt eingehalten werden, damit sich seine Lage relativ zu einem Punkt P auf der Erde um weniger als 0.1km/Tag ändert?
5. Zwei Kugeln aus Blei mit den Massen $m_1 = m_2 = 90\text{ kg}$ hängen in einem Schacht an zwei dünnen drähten der Länge $L = 100\text{m}$, deren gleich hohe Aufhängepunkte den Abstand $d = 0.2\text{ m}$ haben. Wie weit sind die Mittelpunkte der beiden Kugeln von einander Entfernt, wenn man das Gravitationsfeld der Erde als Kugelsymmetrisch annimmt.
6. Eine Masse M gleitet ohne zu rollen im Schwerfeld der Erde ($g = 9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) aus der Ruhelage reibungsfrei eine schiefe Ebene mit dem Neigungswinkel $\alpha = 30^\circ$ hinab, wird umgelenkt und springt zur Zeit $t = 0$ unter dem Winkel α von einer Sprungschanze. Sie landet schließlich bei $d = 120\text{m}$ (Abstand Sprungschanze Auftreffpunkt). Das Ende der Sprungschanze befindet sich $h_2 = 10\text{m}$ über dem Boden. Der "Tiefpunkt" (kurz vor der Schanze) ist $h_1 = 2\text{m}$ unterhalb des Endes der Schanze.
 - a) Berechnen Sie die kinetische Energie der Masse am Schanzentisch in Abhängigkeit von der Höhe h des Startpunkts S.

- b) Beschreiben Sie die Bewegungen in x- und y-Richtung der Masse ab dem Zeitpunkt des Verlassen des Schanzentisches als Funktion der Zeit t .
- c) Von welcher Höhe h muss die Masse M starten, damit sie bei $d = 120m$ auftrifft?
- d) Unter welchem Winkel β trifft die Masse auf? Welche Absolutgeschwindigkeit besitzt sie dabei?
- e) An welchem Punkt/welchen Punkten der gesamten Bahn ist die Geschwindigkeitskomponente in x-Richtung am größten? (keine Rechnung)
7. Eine Stählerne Spiralfeder der Länge $l = 0.8m$ wird unter Einwirkung der Kraft $F_1 = 20N$ um die Länge $x_1 = 0.05m$ gedehnt. Welche Arbeit wird bei der Dehnung der Feder auf das Zweifache ihrer Ursprünglichen Länge benötigt?
8. Wie groß muß die Treibstoffmasse einer einstufigen Rakete sein, um eine Nutzlast von $500kg$ bei waagrechtem Abschluß am Äquator
- in Ostrichtung
 - in Westrichtung
- bis auf die erste kosmische Fluchtgeschwindigkeit $v_1 = 7.9 \frac{km}{s}$ zu beschleunigen wenn die Ausströmgeschwindigkeit des Treibstoffgases relativ zur Rakete $v_e = 4.5 \frac{km}{s}$ ist. Gehen sie davon aus, dass die zur Beschleunigung benötigte Zeit $t \ll 47s$ ist.
9. a) Ein Körper bewegt sich mit konstanter Winkelgeschwindigkeit $\omega = 3 \frac{rad}{s}$ auf einem Kreis in der x-z-Ebene mit dem Radius $R = 1$ im Schwerfeld der Erde mit $\vec{g} = (0, 0, -g)$. Wie groß ist seine Beschleunigung an der höchsten und Tiefsten Stelle der Kreisbahn? Wie groß ist der Unterschied zwischen beiden Werten?
- b) Ein Körper startet mit $v = 0$ auf der Höhe h auf einer Looping Bahn (Schiefe Ebene die am tiefsten Punkt in einen Looping mit dem Radius R übergeht). Wie groß sind Geschwindigkeit und Beschleunigung beim Eintritt und an der höchsten Stelle des Loopings? Wie groß darf das Verhältnis von Starthöhe zu Loopingdurchmesser $\frac{h}{R}$ maximal sein, damit der Körper nicht aus dem Looping fällt? Was ist dann die Mindestgeschwindigkeit am Scheitel des Loopings?
10. Ein PKW fährt auf einer Bundesstraße mit konstantem Sicherheitsabstand von $40m$ hinter einem LKW ($25m$ Länge) mit der konstanten Geschwindigkeit $80 \frac{km}{h}$ hinterher. Als der Fahrer eine $300m$ lange freie Strecke einsehen kann, setzt er zum Überholen an. Dabei beschleunigt er mit $a = 1.3 \frac{m}{s^2}$ bis auf $v = 100 \frac{km}{h}$. Schafft er das Überholen gefahrlos?

Wie lange sind Überholzeit und Überholweg, wenn beim Wiedereinschneiden der Sicherheitsabstand von 40m beachtet wird? Zeichnen sie das $s(t)$ und $v(t)$ Diagramm.

11. Sie besitzen ein Gewehr, aus dem die Kugeln mit einer Geschwindigkeit von $v = 1000\text{m/s}$ austreten. Sie wollen damit ein Ziel in einer Entfernung von $d = 2\text{km}$ treffen. Um welchem Winkel müssen Sie das Gewehr relativ zur Horizontalen neigen? (keine Reibung, keine Erdkrümmung)
12. Ein Teilchen der Masse m liegt auf dem Nordpol einer reibungslos glatten Halbkugel mit dem Radius $R = 4\text{ m}$. Das Teilchen gleite an der Oberfläche der Halbkugel hinab.
 - a) Wie groß ist die Geschwindigkeit v_L des Teilchens, wenn es sich von der Oberfläche der Kugel löst?
 - b) In welcher Höhe h löst sich das Teilchen von der Oberfläche der Kugel?

2 Bewegte Bezugssysteme und Spezielle Relativitätstheorie

1. Eine Bleikugel fällt vertikal von einem 110m hohen Turm in München (48° nördliche Breite) herab. Wie weit wird die Kugel bei ihrem Fall zu Boden von der Corioliskraft abgelenkt?
2. Ein Käfer krabbele auf einem Karusell ohne zu rutschen aus seiner Sicht gesehen in Bezug auf die Scheibe radial von der Mitte nach außen. Bestimmen Sie alle auf den Käfer wirkenden Kräfte aus der Sicht des Käfers und aus der Sicht eines Beobachters der neben dem Karusell steht.
3.
 - a) Welche Gewichtskraft ergibt sich für einen ruhenden Menschen ($m = 60\text{kg}$)
 - i. am Nordpol?
 - ii. am Äquator?Die Erde werde als perfekte Kugel mit Radius $R = 6378\text{km}$, die Fallbeschleunigung überall mit $g = 9,81\text{m/s}^2$ angenommen.
 - b) Eine Kugel hängt an einem 10m langen Faden und rotiert um die vertikale Achse durch den Aufhängepunkt mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega = 2\pi \cdot 0,2\text{s}^{-1}$. Wie groß ist der Winkel, den der Faden mit der Vertikalen bildet, und wie groß ist die Geschwindigkeit v der Kugel?
 - c) Ein Zug (Masse $3,0 \cdot 10^6\text{kg}$) fahre mit einer Geschwindigkeit von $v = 100\text{km/h}$ von Nord nach Süd über den 48° Breitengrad. Wie groß ist die Corioliskraft auf die Schienen? In welche Richtung zeigt sie?

- d) Wie ändert sich die Gewichtskraft, wenn der Mensch am Äquator in einem Flugzeug mit $v = 800\text{km/h}$
- nach Osten
 - nach Norden
- fliegt?

4. Es sind die folgenden Ereignisse gegeben: $E_1 = (1, 5)$ und $E_2 = (3, 9)$. Mit welcher Geschwindigkeit muss sich ein Bezugssystem an ihnen vorbeibewegen, damit in ihm die beiden Ereignisse gleichzeitig stattfinden?
5. Zwei Raumschiffe A und B starten zur gleichen Zeit auf der Erde und fliegen in entgegengesetzter Richtung mit gleicher Geschwindigkeit v zu Punkten in der gleichen Entfernung L . Sobald die Raumschiffe ihre jeweiligen Zielpunkte erreicht haben, senden sie ein Funksignal zu Erde, das dort zur Zeit T nach dem Start der Raumschiffe empfangen wird.
- a) Zeigen Sie, dass folgender Zusammenhang gilt

$$\frac{v}{c} = \left(\frac{cT}{L} - 1 \right)^{-1}$$

- b) Berechnen Sie für $L = 1$ Lichttag und $T = 8/3$ Tage mit Hilfe der Lorentz-Transformation die Ankunftszeiten der beiden Raumschiffe an ihren Zielpunkten betrachtet vom Inertialsystem von A.

Vernachlässigen Sie die Effekte der Beschleunigung der Raumschiffe.

6. Ein Raumschiff bewegt sich mit einer relativistischen Geschwindigkeit von $v = 0,9c$ von der Erde weg. Als sich das Raumschiff anschickt bei einer Distanz von $x_s = 6,0 \cdot 10^9$ km zur Erde (von der Erde aus gesehen) das Sonnensystem zu verlassen, wird zur Zeit $t_0 = t'_0 = 0$ ein Radiosignal von der Erde an das Raumschiff ausgesandt. Wie lange dauert es, bis das Signal das Raumschiff erreicht hat,
- gemessen im Bezugssystem S der Erde?
 - gemessen im Bezugssystem S' des Raumschiffs?
 - Geben sie die Position des Raumschiffs in beiden Bezugssystemen zum Zeitpunkt des Signalempfanges an.
7. Ein Astronaut A startet zur Zeit $t = 0$ zu einer Reise zum Sirius (Entfernung 8.1 Lichtjahre) mit der Geschwindigkeit $v = 0.8c$. 1 Jahr später startet B mit $v = 0.9c$ zum gleichen Ziel. Wann überholt B seinen Kollegen A, gemessen im System von A, B und dem zuhause gebliebenen Kollegen C? Bei welcher Entfernung von C gemessen im System von C geschieht das?