

Serie 8: Anwendungen des zweiten Newtonschen Axioms

Aufgabe 8.1 A

Ein Schnellzug, bestehend aus einer Lokomotive von 100 t Masse und sechs Wagen zu je 50 t Masse, fährt mit einer Beschleunigung von 0.2 m/s^2 an.

Wie gross muss die erforderliche Antriebskraft sein, wenn Widerstandskräfte vernachlässigt werden?

Aufgabe 8.2 A

Ein Verkehrsflugzeug mit einer Masse von 102 t entwickelt mit seinen Triebwerken eine Gesamtschubkraft von 72000 N. Welche Beschleunigung kann damit erreicht werden, wenn Widerstandskräfte vernachlässigt werden?

Aufgabe 8.3 A

Ein Elektromobil mit einer Masse von 210 kg wird innerhalb von 1.85 s von 0 auf 10.8 km/h beschleunigt. Welche Kraft ist dafür notwendig, wenn Widerstandskräfte vernachlässigt werden?

Aufgabe 8.4 A

Ein Satellit mit einer Masse von 530 kg soll in seiner Flugbahn eine Geschwindigkeitszunahme von 4 m/s erhalten. Es steht eine Schubkraft von nur 32 N zur Verfügung. Berechnen Sie die benötigte Zeit.

Aufgabe 8.5 A

Ein Geschoss der Masse 20 g wird aus einem 55 cm langen Gewehrlauf mit einer Geschwindigkeit von 690 m/s in horizontaler Richtung abgeschossen.

- a) Berechnen Sie die durchschnittliche Beschleunigung.
- b) Berechnen Sie die auf das Geschoss während des Beschleunigungsvorgangs wirkende durchschnittliche Kraft.

Aufgabe 8.6 A

Auf einen zu Beginn ruhenden Körper wirkt während 6 s eine konstante Kraft. Nach Beendigung der Kraftwirkung beträgt der zurückgelegte Weg 5.1 m. Die Reibung wird vernachlässigt. Wie gross war die Kraft, wenn die Masse des Körpers 4.3 kg beträgt?

Aufgabe 8.7 A

Eine Rakete mit einer Masse von 700 t soll mit 14 m/s^2 beschleunigt werden. Welche Schubkraft wird benötigt? Der Luftwiderstand wird vernachlässigt.

Aufgabe 8.8 A

Eine Rakete startet auf der Erde mit einer Beschleunigung von 28 m/s^2 senkrecht nach oben. Berechnen Sie die Kraft, mit der ein Raumfahrer der Masse 65 kg auf den Boden der Rakete gedrückt wird.

Aufgabe 8.9 A

An einem Leiterwagen mit der Masse 95 kg wird unter einem Winkel von 56° gegen die Horizontale mit einer Kraft von 40 N gezogen. Berechnen Sie die Beschleunigung des Wagens unter Vernachlässigung von Reibung und Luftwiderstand.

Aufgabe 8.10 B

Die NASA testet einen Raketenschlitten. Er hat eine Masse von 2000 kg und wird mit $3.5g$ während 3.8 s aus dem Stillstand heraus beschleunigt und danach sofort abgebremst. Der Betrag der Bremsbeschleunigung beträgt $4.5g$. Reibung und Luftwiderstand werden vernachlässigt.

- a) Welche Kraft wirkt beim Beschleunigen?
- b) Welche Kraft wirkt beim Bremsen?
- c) Wie lange dauert der Bremsvorgang?
- d) Wie gross ist die vom Raketenschlitten zurückgelegte Gesamtstrecke?

Aufgabe 8.11 A

Wir betrachten einen Schlitten mit einer Masse von 36 kg auf horizontaler Unterlage. Auf Eis soll die Reibung vernachlässigt werden. Auf Schnee beträgt die Haftreibung $\mu_0 = 0.18$ und die Gleitreibung $\mu = 0.1$. Erstellen Sie bei allen Teilaufgaben zuerst eine Skizze und zeichnen Sie die auf den Schlitten wirkenden Kräfte ein.

- Der Schlitten wird auf Eis mit der horizontalen Zugkraft $F_Z = 40$ N gezogen. Wie gross ist die Beschleunigung?
- Bei welcher horizontalen Zugkraft bewegt sich der anfänglich ruhende Schlitten auf Schnee gerade noch nicht?
- Der Schlitten soll mit konstanter Geschwindigkeit auf Schnee gezogen werden. Wie gross ist die benötigte horizontale Zugkraft?
- Welche horizontale Zugkraft wird benötigt, um den Schlitten mit 0.4 m/s^2 zu beschleunigen?

Aufgabe 8.12 C

Ein Wagen der Masse 100 kg wird mit einer Kraft von 150 N unter einem Winkel von 30° zur Horizontalen gezogen. Die Rollreibung beträgt $\mu = 0.06$.

- Erstellen Sie eine Skizze und zeichnen Sie alle auf den Wagen wirkenden Kräfte ein.
- Berechnen Sie die in a) eingezeichneten Kräfte.
- Berechnen Sie die Beschleunigung des Wagens.

Aufgabe 8.13 A

Eine Kiste der Masse $m = 50 \text{ kg}$ liegt auf einer schiefen Ebene mit Neigungswinkel $\alpha = 20^\circ$. Die Haftreibungszahl zwischen Kiste und Unterlage beträgt $\mu_0 = 0.6$; die Gleitreibungszahl beträgt $\mu = 0.4$. Der Neigungswinkel der schiefen Ebene ist so gewählt, dass die Kiste ohne weitere Krafteinwirkung nicht nach unten rutscht.

In den Aufgaben a) bis c) wirkt die Seilkraft parallel zur schiefen Ebene nach oben.

In den Aufgaben d) bis f) wirkt die Seilkraft parallel zur schiefen Ebene nach unten.

Zeichnen Sie bei jeder Teilaufgabe zuerst alle auf die Kiste wirkenden Kräfte ein.

- Wie gross darf die Seilkraft F_S höchstens sein, damit die Kiste gerade noch nicht nach oben gleitet?
- Welche Seilkraft F_S wird benötigt, um die Kiste mit konstanter Geschwindigkeit nach oben zu ziehen?
- Wie gross ist die Seilkraft F_S , wenn die Kiste mit einer Beschleunigung von 1 m/s^2 nach oben transportiert werden soll?
- Wie gross darf die Seilkraft F_S höchstens sein, damit die Kiste gerade noch nicht nach unten gleitet?
- Welche Seilkraft F_S wird benötigt, um die Kiste mit konstanter Geschwindigkeit nach unten zu ziehen?
- Wie gross ist die Seilkraft F_S , wenn die Kiste mit einer Beschleunigung von 1 m/s^2 nach unten transportiert werden soll?
- Wie gross darf der Neigungswinkel der schiefen Ebene höchstens sein, damit die Kiste gerade noch nicht von selbst nach unten rutscht?

Aufgabe 8.14 B

Die Haftreibungszahl zwischen einem Felsklotz und dem Boden eines Hangs beträgt $\mu_0 = 0.54$. Die Masse des Felsklotzes beträgt $m = 120 \text{ kg}$.

- Zeigen Sie mit entsprechenden Berechnungen, dass der Felsklotz bei einem Neigungswinkel des Hangs von 25° nicht von selbst nach unten rutscht.
- Wie gross ist die in Situation a) auf den Felsklotz wirkende Haftreibungskraft?
- Welche parallel zum Hang nach unten gerichtete Kraft muss in der Situation a) auf den Felsklotz ausgeübt werden, damit er gerade noch nicht nach unten rutscht?
- Zeigen Sie mit entsprechenden Berechnungen, dass der Felsklotz bei einem Neigungswinkel des Hangs von 30° von selbst nach unten rutscht.
- Welche parallel zum Hang nach oben gerichtete Kraft muss auf den Felsklotz in der Situation d) ausgeübt werden, damit er gerade noch nicht hinunterrutscht?

Die **Aufgaben 8.15 und 8.16** beziehen sich auf die Skisprungschanze „Grosse Titlis-Schanze“. Der Neigungswinkel der Skischanze beträgt 35° , und die Anlauf­länge ist 123 m.

Die Masse von Skifahrer inklusive Ski beträgt 70 kg.

Diese Daten werden in den folgenden Aufgaben als bekannt vorausgesetzt.

Die Anlaufgeschwindigkeit (entspricht der Endgeschwindigkeit am Fuss der schiefen Ebene) wird mit ca. 92 km/h angegeben. Das Ziel der beiden Aufgaben besteht darin, die Anlaufgeschwindigkeit unter mehr oder weniger vereinfachenden Annahmen zu berechnen und das Ergebnis mit dem angegebenen Wert von 92 km/h zu vergleichen.

Aufgabe 8.15 B

Um eine erste grobe Näherung für die Anlaufgeschwindigkeit zu erhalten, vernachlässigen wir vorerst Gleitreibung und Luftwiderstand auf den Skifahrer.

- a) Zeichnen Sie alle Kräfte ein, die unter diesen vereinfachenden Annahmen auf den Skifahrer wirken.
- b) Berechnen Sie die Beschleunigung des Skifahrers.
- c) Berechnen Sie die Endgeschwindigkeit (Anlaufgeschwindigkeit) des Skifahrers in km/h.
- d) Wir bezeichnen die Höhendifferenz beim Anlauf mit h . Welche Endgeschwindigkeit hätte der Skifahrer, wenn er aus der Höhe h einen freien Fall beschreiben würde?

Aufgabe 8.16 B

Um eine etwas bessere Näherung für die Anlaufgeschwindigkeit des Skifahrers zu erhalten, berücksichtigen wir die auf den Skifahrer wirkende Gleitreibungskraft. Die Gleitreibzahl zwischen Ski und Schnee beträgt $\mu = 0.1$. Der Luftwiderstand wird weiterhin vernachlässigt.

- a) Zeichnen Sie alle Kräfte ein, die auf den Skifahrer wirken.
- b) Ermitteln Sie die Beschleunigung des Skifahrers.
- c) Berechnen Sie die Endgeschwindigkeit (Anlaufgeschwindigkeit) des Skifahrers in km/h.

Aufgabe 8.17 B

Eine Hammerwerferin (Olympische Sportart) schleudert ihren Hammer von 4.5 kg Masse auf einer Kreisbahn von 1.15 m Radius mit einer Geschwindigkeit von 108 km/h weg. Welche Kraft muss das Stahlseil an der Metallkugel dabei aushalten?

Aufgabe 8.18 B

Ein Autofahrer fährt mit der Geschwindigkeit 90 km/h in eine Kurve mit dem Radius $r = 160$ m. Welche Zentripetalkraft muss wirken, wenn die Masse von Auto und Fahrer zusammen 980 kg beträgt?

Aufgabe 8.19 B

Ein Körper der Masse 400 g wird an einem Faden auf einem horizontalen Kreis geschleudert. Der Faden reisst bei einer Belastung von 50 N.

- Bei welcher Zentripetalbeschleunigung reisst der Faden?
- Bei welcher Bahngeschwindigkeit reisst der Faden, wenn er eine Länge von 50 cm hat?

Aufgabe 8.20 B

Ein Körper mit einer Masse von 500 g wird auf einer horizontalen Kreisbahn mit einem Radius von 30.2 cm gehalten. Die Umlaufzeit beträgt 1.36 s. Geben Sie Betrag und Richtung der Kraft an, die den Körper auf seiner Kreisbahn hält.

Aufgabe 8.21 C

Ein Auto der Masse $m = 1000 \text{ kg}$ fährt mit der Geschwindigkeit $v = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ auf horizontaler Strasse in eine Kurve, die den Radius $r = 60 \text{ m}$ hat.

- Erstellen Sie eine Skizze (Auto von vorne betrachtet) und zeichnen Sie alle auf das Auto wirkenden Kräfte ein.
- Die Haftreibungszahl zwischen Pneu und trockener Strasse beträgt $\mu_0 = 0.7$. Wird das Auto auf der Kurve gehalten oder beginnt es zu schleudern? Begründen Sie Ihre Antwort mit entsprechenden Berechnungen.
- Wie lautet Ihre Antwort zur Aufgabe b), wenn die Strasse
 - nass ist und die Haftreibungszahl zwischen Pneu und Strasse $\mu_0 = 0.5$ beträgt?
 - vereist ist und die Haftreibungszahl zwischen Pneu und Strasse $\mu_0 = 0.1$ beträgt?
- Wie gross darf die Geschwindigkeit des Autofahrers auf vereister Strasse bei einer Haftreibungszahl zwischen Pneu und Strasse von $\mu_0 = 0.1$ höchstens sein, damit das Auto in der Kurve nicht ins Schleudern gerät? Hängt das Ergebnis von der Masse des Autos ab? Leiten Sie zuerst eine Formel für die gesuchte Geschwindigkeit her.

Aufgabe 8.22 C

Thomas ist innerorts mit seinem Auto aus einer Kurve mit einem Radius von 45 m gefahren und dabei mit dem Auto in die Leitplanke gefahren. Auf Grund der trockenen Strassenverhältnisse kann mit einer Haftreibungszahl von 0.8 gerechnet werden.

Die Polizei beschuldigt Thomas, dass er die erlaubte Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h überschritten hat.

Um welchen Betrag hat Thomas die Höchstgeschwindigkeit mindestens überschritten?

Aufgabe 8.23 C

Isaac Newton erklärte den Zusammenhang zwischen einer Satelliten- und einer Wurfbahn auf der Erde mit Hilfe eines Gedankenexperimentes. Wirft man einen Stein auf dem Gipfel eines sehr hohen Berges waagrecht ab, würde der Stein bei einer bestimmten Abwurfgeschwindigkeit unter Vernachlässigung von Luftwiderstand und Hindernissen wie Bäumen, Häusern, etc. die Erde umkreisen.

Mit welcher Geschwindigkeit müsste ein Stein parallel zur Erdoberfläche ohne Berücksichtigung des Luftwiderstands abgeworfen werden, damit er die Erde umkreist? Gehen Sie bei Ihrer Berechnung von einer Fallbeschleunigung von 9.81 m/s^2 aus, wie sie an der Erdoberfläche auftritt.

Aufgabe 8.24 C

Berechnen Sie die Geschwindigkeit eines Erdsatelliten, der in 210 km über dem Erdboden eine Kreisbahn um die Erde beschreibt.

Gehen Sie jetzt mal von einer Kugelform der Erde aus und vernachlässigen Sie die Abnahme der Fallbeschleunigung mit zunehmender Höhe über der Erdoberfläche.

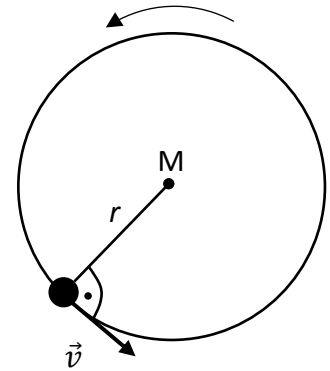
Aufgabe 8.25 C

Im Heide-Park bei Soltau steht der Colossos, eine 60 m hohe Achterbahn aus Holz.

Bei der ersten Abfahrt fahren Sie mit 61° Neigungswinkel hinunter und erreichen dabei eine maximale Geschwindigkeit von 110 km/h. Die Fahrzeuge durchfahren am untersten Punkt nach dieser Abfahrt eine kreisförmige Kurve nach oben mit Radius r . Welchen Radius muss dieser Kreisbogen mindestens haben, damit die Kraft am untersten Punkt das Vierfache Ihrer Gewichtskraft nicht überschreitet?

Aufgabe 8.26 C

Eine Kugel mit einer Masse von 400 g wird an einer Schnur auf einer senkrechten Kreisbahn geschwungen (Skizze von der Seite betrachtet). Der Radius der Kreisbahn beträgt $r = 50 \text{ cm}$ und die Bahngeschwindigkeit $v = 2.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



- Zeichnen Sie im höchsten Punkt alle auf die Kugel wirkenden Kräfte ein.
- Berechnen Sie die Kraft, die im höchsten Punkt von der Schnur auf die Kugel ausgeübt wird.
- Zeichnen Sie im tiefsten Punkt alle auf die Kugel wirkenden Kräfte ein.
- Berechnen Sie die Kraft, die im tiefsten Punkt von der Schnur auf die Kugel ausgeübt wird.
- Angenommen, die Kugel wird mit immer grösserer Bahngeschwindigkeit im Kreis herumgeschwungen. Wo befindet sich die Kugel im Augenblick, in dem die Schnur reißt?

Aufgabe 8.27 C

Ein Körper mit einer Masse von 0.12 kg wird an einer Schnur der Länge 60 cm auf einem Kreis senkrecht zur Erdoberfläche mit konstanter Bahngeschwindigkeit herumgeschleudert.

- Wie viele Umdrehungen pro Minute muss der Körper mindestens machen, damit er im oberen Punkt seiner Bahn nicht herunterfällt, sondern auf seiner Kreisbahn bleibt?
- Welche Reissfestigkeit (in N) muss die Schnur bei dieser Drehzahl mindestens haben?