Kraft und Bewegung: Die Newtonschen Gesetze

Physik Gymnasium Klasse 10 (NRW) | Bearbeitungszeit: ca. 90 Minuten

Bearbeite die folgenden Aufgaben zu den Newtonschen Gesetzen. Achte darauf, Formeln, Rechenwege und Einheiten korrekt anzugeben. Bei Aufgaben mit Grafiken nutze ein Lineal und einen Bleistift.

1 Grundkonzepte verstehen

a) Erläutere in eigenen Worten das 1. Newtonsche Gesetz (Trägheitsprinzip). Gib ein Alltagsbeispiel an.

b) Warum ist die Aussage "Ein Auto, das mit 100 km/h fährt, hat eine große Kraft" nicht korrekt? Erkläre, welche Kräfte tatsächlich auf ein Auto wirken, das mit konstanter Geschwindigkeit fährt.

2 Das 2. Newtonsche Gesetz anwenden

Ein Pkw mit der Masse m = 1,2 t wird aus dem Stand gleichmäßig beschleunigt. Nach 8 Sekunden erreicht das Auto eine Geschwindigkeit von 72 km/h.

a) Berechne die Beschleunigung des Autos.

b) Berechne die erforderliche Kraft, die der Motor aufbringen muss (Hinweis: Vernachlässige Reibungskräfte).

c) Erkläre, warum diese Kraft notwendig ist, und beziehe dich dabei auf das 2. Newtonsche Gesetz.

3 Kräfteaddition und Gleichgewicht

Ein Schlitten wird von zwei Personen gezogen:
- Person A zieht mit F_1 = 150 N nach Norden
- Person B zieht mit F_2 = 120 N nach Osten
- Die Reibungskraft beträgt F_R = 80 N entgegen der Bewegungsrichtung

a) Zeichne ein Kräftediagramm (Maßstab: 1 cm = 20 N). Trage F_1, F_2 und die resultierende Kraft F_res ein.

b) Berechne den Betrag der resultierenden Kraft aus F_1 und F_2 (ohne Reibung).

c) Der Schlitten bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit. Erkläre, warum dies möglich ist, und bestimme die Größe einer vierten Kraft, die wirken muss.

4 Das 3. Newtonsche Gesetz (Wechselwirkungsprinzip)

a) Erläutere das 3. Newtonsche Gesetz in eigenen Worten.

b) Ein Buch liegt auf einem Tisch. Erkläre, welche Kräfte nach dem 3. Newtonschen Gesetz aufeinander wirken. Warum heben sich diese Kräfte nicht auf?

5 Löse die folgenden Aufgaben. Gib Rechenweg und Ergebnis mit Einheit an.

a) Ein Ball mit m = 0,5 kg wird mit F = 10 N geworfen. Berechne die Beschleunigung.
b) Ein Lieferwagen mit m = 1,8 t wird mit a = 1,5 m/s² beschleunigt. Berechne die erforderliche Kraft.
c) Ein Körper erfährt unter einer Kraft von F = 20 N eine Beschleunigung von a = 4 m/s². Berechne die Masse.
d) Ein Auto mit m = 1,3 t bremst mit a = −5 m/s². Berechne die Bremskraft.

6 Das 1. Newtonsche Gesetz wird auch _____ genannt. Es besagt, dass ein Körper in Ruhe bleibt oder sich gleichförmig bewegt, solange keine _____ auf ihn wirkt. Das 2. Newtonsche Gesetz lautet _____ und verbindet Kraft, Masse und Beschleunigung. Das 3. Newtonsche Gesetz ist das _____ : Kraft und _____ sind gleich groß und entgegengesetzt gerichtet. Wenn mehrere Kräfte auf einen Körper wirken und sich zu Null _____ , bleibt der Körper im Gleichgewicht.

7 Verständnisfragen zu den Newtonschen Gesetzen

Welche der folgenden Aussagen ist richtig?

- ☐ Ein Auto, das mit konstanter Geschwindigkeit fährt, hat eine große Kraft.
- ☐ Ein Auto, das mit konstanter Geschwindigkeit fährt, hat eine Beschleunigung von 0 m/s² und die Gesamtkraft ist 0 N.
- ☐ Kraft und Gegenkraft nach dem 3. Newtonschen Gesetz wirken auf denselben Körper und heben sich auf.
- ☐ Je schwerer ein Körper ist, desto größer ist seine Geschwindigkeit.

8 Wahr oder falsch? Kreuze an und begründe deine Antwort kurz.

	richtig	falsch
Gewichtskraft und Masse sind dasselbe.	☐	☐
Nach dem 2. Newtonschen Gesetz ist die Beschleunigung proportional zur wirkenden Kraft.	☐	☐
Reibung ist eine Kraft, die Bewegung hemmt.	☐	☐
Wenn auf einen Körper keine Kraft wirkt, muss er in Ruhe sein.	☐	☐

9 Anwendung im Alltag

Beschreibe zwei Alltagssituationen, in denen die Newtonschen Gesetze sichtbar werden. Erkläre für jede Situation, welches Gesetz wirkt und warum.

⭐⭐ Bonus für Schnelle

10 ⭐ Bonus-Aufgabe 1: Komplexe Kräftesituation

Ein Paket mit der Masse m = 5 kg wird auf einer schiefen Ebene (Winkel α = 30°) nach oben gezogen. Die Reibungskraft beträgt $F_R = 15$ N.

a) Berechne die Komponente der Gewichtskraft parallel zur schiefen Ebene: $F_{\parallel} = m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$ [mit $g = 10\ m/s^2$]

b) Berechne die Gesamtkraft, die erforderlich ist, um das Paket mit $a = 0{,}5\ m/s^2$ die Ebene hinaufzuziehen.

c) Erkläre, warum die Reibungskraft bei dieser Aufgabe berücksichtigt werden muss.

11 ⭐ Bonus-Aufgabe 2: Experimentelles Design

Plane ein einfaches Experiment, um das 2. Newtonsche Gesetz ($F = m \cdot a$) experimentell zu überprüfen. Beschreibe:

a) Aufbau und Material

b) Durchführung (Schritte)

c) Erwartete Ergebnisse und wie du sie auswerten würdest

d) Welche Fehlerquellen könnten auftreten?

Lösungen

Kraft und Bewegung: Die Newtonschen Gesetze · Physik · Klasse 10

Aufgabe 1: a) Das 1. Newtonsche Gesetz besagt: Ein Körper bleibt in Ruhe oder in gleichförmiger Bewegung, solange keine Kraft auf ihn wirkt. Erst eine äußere Kraft führt zu einer Bewegungsänderung (Beschleunigung oder Verzögerung). Beispiel: Ein Ball, der auf dem Boden liegt, bleibt liegen, bis jemand ihn tritt (Kraft wirkt). Ein rollender Ball würde ewig rollen, wenn es keine Reibung gäbe.

b) Die Aussage ist falsch, weil Kraft nicht eine Eigenschaft von Körpern ist, die sie "haben". Kraft ist die Ursache von Bewegungsänderungen. Ein Auto, das mit konstanter Geschwindigkeit fährt, hat eine Beschleunigung von 0 m/s². Nach dem 2. Newtonschen Gesetz (F = m·a) ist dann die Gesamtkraft = 0. Das bedeutet: Die Antriebskraft des Motors wird durch die Reibungskraft (Luftwiderstand, Rollreibung) genau ausgeglichen. Es wirken Kräfte, aber sie heben sich auf.

Aufgabe 2: a) Umrechnung der Geschwindigkeit: 72 km/h = 72 : 3,6 = 20 m/s
Formel für gleichmäßige Beschleunigung: a = Δv / Δt = (v_end − v_anfang) / t
`a = (20 m/s − 0 m/s) / 8 s = 20 / 8 = 2,5 m/s²`

b) Umrechnung der Masse: 1,2 t = 1200 kg
Formel: F = m · a
F = 1200 kg · 2,5 m/s² = 3000 N = 3,0 kN

c) Das 2. Newtonsche Gesetz besagt F = m · a. Eine Kraft ist notwendig, um die Beschleunigung zu erzeugen. Je größer die Kraft, desto größer die Beschleunigung (bei gleicher Masse). In diesem Fall muss der Motor eine Kraft von 3000 N aufbringen, um das 1200 kg schwere Auto mit 2,5 m/s² zu beschleunigen.

Aufgabe 3: a) [Kräftediagramm: Koordinatensystem mit Norden (y-Achse) und Osten (x-Achse). F_1 = 150 N wird als Pfeil nach oben gezeichnet (7,5 cm). F_2 = 120 N wird als Pfeil nach rechts gezeichnet (6 cm). Die resultierende Kraft wird als Diagonale des Parallelogramms eingezeichnet, von Ursprung zur Ecke des Parallelogramms.]

b) F_1 und F_2 stehen senkrecht aufeinander. Mit dem Satz des Pythagoras:
$F_{res} = \sqrt{(F_1^2 + F_2^2)} = \sqrt{(150^2 + 120^2)} = \sqrt{(22500 + 14400)} = \sqrt{36900} \approx 192$ N

c) Der Schlitten bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit, d.h. die Beschleunigung ist 0. Nach dem 1. Newtonschen Gesetz muss die Gesamtkraft dann 0 sein. Die resultierende Kraft $F_{res} \approx 192$ N wirkt in Richtung Nordosten. Die Reibung F_R = 80 N wirkt entgegen der Bewegung. Um Gleichgewicht zu erreichen, muss eine vierte Kraft von etwa 192 − 80 = 112 N entgegen der Bewegungsrichtung wirken, damit die Vektorsumme aller Kräfte null ist.

Aufgabe 4: a) Das 3. Newtonsche Gesetz (Wechselwirkungsprinzip) besagt: Wenn ein Körper A eine Kraft auf einen Körper B ausübt, dann übt Körper B eine gleich große, aber entgegengesetzt gerichtete Kraft auf Körper A aus. Kräfte treten immer paarweise auf: Kraft und Gegenkraft.

b) Wechselwirkungspaar: Das Buch drückt mit seiner Auflagekraft auf den Tisch, der Tisch drückt mit einer gleich großen Normalkraft nach oben auf das Buch. Diese beiden Kräfte heben sich nicht auf, weil sie an verschiedenen Körpern angreifen (eine am Tisch, eine am Buch). Dass das Buch in Ruhe bleibt, liegt an einem anderen Kräftepaar: Am Buch selbst greifen die Gewichtskraft (Anziehung durch die Erde) nach unten und die Normalkraft nach oben an. Diese beiden sind im Gleichgewicht (1. Newtonsches Gesetz).

Aufgabe 5: a) $a = F/m = 10\ N / 0{,}5\ kg = 20\ m/s^2$
b) $F = m \cdot a = 1800\ kg \cdot 1{,}5\ m/s^2 = 2700\ N$
c) $m = F/a = 20\ N / 4\ m/s^2 = 5\ kg$
d) $F = m \cdot a = 1300\ kg \cdot (-5\ m/s^2) = -6500\ N$, die Bremskraft beträgt also 6500 N entgegen der Fahrtrichtung

Aufgabe 6: Trägheitsprinzip, Kraft, $F = m \cdot a$, Wechselwirkungsprinzip, Gegenkraft, addieren

Aufgabe 7: Ein Auto, das mit konstanter Geschwindigkeit fährt, hat eine Beschleunigung von 0 m/s^2 und die Gesamtkraft ist 0 N.

Aufgabe 8: Gewichtskraft und Masse sind dasselbe. → **falsch**
Nach dem 2. Newtonschen Gesetz ist die Beschleunigung proportional zur wirkenden Kraft. → **richtig**
Reibung ist eine Kraft, die Bewegung hemmt. → **richtig**
Wenn auf einen Körper keine Kraft wirkt, muss er in Ruhe sein. → **falsch**

Aufgabe 9: Beispiel 1 – Autofahren und Bremsen:
Wenn ein Auto bremst, wirkt eine Bremskraft entgegen der Fahrtrichtung. Nach dem 2. Newtonschen Gesetz ($F = m \cdot a$) führt diese Kraft zu einer negativen Beschleunigung (Verzögerung). Die Insassen spüren, wie sie nach vorne gedrückt werden – das ist das 1. Newtonsche Gesetz (Trägheit): Ihr Körper möchte die gleichförmige Bewegung beibehalten, wird aber durch den Sicherheitsgurt abgebremst.

Beispiel 2 – Springen:
Wenn man springt, drückt man sich mit den Beinen gegen den Boden. Nach dem 3. Newtonschen Gesetz (Wechselwirkungsprinzip) drückt der Boden mit einer gleich großen Kraft nach oben zurück. Diese Kraft beschleunigt den Körper nach oben (2. Newtonsches Gesetz). In der Luft wirkt nur noch die Gewichtskraft nach unten, die den Körper abbremst und wieder zum Boden zurückbringt.

Aufgabe 10: a) $F_{\parallel} = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) = 5\ kg \cdot 10\ m/s^2 \cdot \sin(30°) = 5 \cdot 10 \cdot 0{,}5 = 25\ N$
Die Komponente der Gewichtskraft parallel zur schiefen Ebene beträgt 25 N (wirkt nach unten entlang der Ebene).

b) Nach dem 2. Newtonschen Gesetz muss die Gesamtkraft $F_{ges} = m \cdot a$ sein.
$F_{ges} = 5\ kg \cdot 0{,}5\ m/s^2 = 2{,}5\ N$ (dies ist die Nettokraft für die Beschleunigung)
Die erforderliche Zugkraft muss aber auch gegen die Gewichtskraftkomponente und die Reibung wirken:
$F_{Zug} = F_{\parallel} + F_R + F_{ges} = 25\ N + 15\ N + 2{,}5\ N = 42{,}5\ N \approx 43\ N$

c) Die Reibungskraft muss berücksichtigt werden, weil sie entgegen der Bewegungsrichtung wirkt und die Bewegung hemmt. Nach dem 2. Newtonschen Gesetz trägt jede Kraft, die nicht in Richtung der gewünschten Beschleunigung wirkt, zu einer Erhöhung der erforderlichen Zugkraft bei. Ohne Reibung wäre nur eine Kraft von 25 N + 2,5 N = 27,5 N erforderlich.

Aufgabe 11: a) Aufbau und Material:
- Ein Wagen oder Skateboard auf einer ebenen, glatten Oberfläche (z.B. Hallenboden)
- Ein Messstab oder Maßstab (mind. 2 m)
- Ein Kraftmesser oder bekannte Gewichte (z.B. 1 kg, 2 kg, 5 kg)
- Eine Stoppuhr oder Smartphone mit Timer
- Optional: Lichtschranken oder Video-Analyse-Software

b) Durchführung:
Schritt 1: Wagen auf ebener Fläche positionieren.
Schritt 2: Mit konstanter Kraft (z.B. 10 N) den Wagen ziehen und die Zeit messen, die er braucht, um eine bestimmte Strecke (z.B. 2 m) zu fahren.
Schritt 3: Beschleunigung berechnen: $a = 2s / t^2$
Schritt 4: Kraft erhöhen (z.B. auf 20 N) und Experiment wiederholen.
Schritt 5: Für verschiedene Kräfte die Beschleunigung bestimmen und vergleichen.

c) Erwartete Ergebnisse:
Wenn $F = m \cdot a$, dann sollte die Beschleunigung proportional zur Kraft sein. Ein Diagramm (F vs. a) sollte eine Gerade durch den Ursprung zeigen. Die Steigung entspricht der Masse des Wagens.

d) Fehlerquellen:
- Reibung der Räder (reduziert die tatsächliche Beschleunigung)
- Ungleichmäßige Kraft (Kraft nicht konstant während des Experiments)
- Messfehler bei Zeit und Strecke
- Luftwiderstand (bei höheren Geschwindigkeiten)
- Unebene Oberfläche
Lösung: Mehrfach messen, Mittelwert bilden, Reibung durch Vorversuche bestimmen und abziehen.

Dieses Blatt für deine Klasse anpassen

Leichtere Fassung mit Hilfen, Zusatzaufgaben für Schnelle, als Word-Datei oder per QR-Code an die Klasse — kostenlos in Lehreule.

lehreule.de/arbeitsblatt/die-newtonschen-gesetze-klasse-10