

Übungen zur Mechanik

Serie 7: Arbeit, Energieumsätze und Leistungen

1. Hub-, Beschleunigungs- und Reibungsarbeit bei alltäglichen Vorgängen

- (a) Welche **Hubarbeit** W_{Hub} muss an einem Blumentopf (4.0 kg) verrichtet werden, um ihn vom Erdgeschoss in den 3. Stock unseres Schulhauses, also 12.5 m nach oben zu bringen?
Welche mittlere **Hubleistung** P_{Hub} wird dabei am Blumentopf verrichtet, wenn ich diese Höhendifferenz in 15 s zurücklege?
- (b) Welche **Beschleunigungsarbeit** W_B muss ich an einem "Poschtiwägeli" (Masse $m = 12$ kg) verrichten, um es beim Einkaufen auf eine Geschwindigkeit von $2.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ zu bringen?
- (c) Welche Beschleunigungsarbeit muss ich verrichten, um das Poschtiwägeli aus (b) anschliessend auf die doppelte Geschwindigkeit zu beschleunigen?
- (d) Beim Fallen werden Gegenstände durch die Gewichtskraft beschleunigt.
Welche Beschleunigungsarbeit verrichtet die Gewichtskraft an einem 370 g schweren Stein, der losgelassen wird und dann während 3.3 s frei fällt? (gmbBoA: $v = a \cdot t$)
- (e) Du verschiebst den Schrank in deinem Zimmer um 1.7 m. Welche **Reibungsarbeit** W_R gibt es dabei zu verrichten, wenn der Schrank eine Masse von 37 kg besitzt und die Reibungszahl zwischen ihm und dem Parkettboden $\mu = 0.35$ beträgt.
Hinweis: Gleitreibungskraft $F_R = \mu_G \cdot F_N$.
- (f) Ein Car mit einer Masse von $m = 18$ t fährt in 65 min von Flüelen (408 m.ü.M.) auf den Gotthard-Pass (2108 m.ü.M.).
Berechne die Hubarbeit und Hubleistung, welche am Car verrichtet werden, wenn er diese Strecke hochfährt. Gib die Resultate in MJ und kW an.
- (g) Du bügelst ein Hemd. Nehmen wir an, dass du dazu mit dem Bügeleisen von 1.6 kg Masse etwa 200 Mal auf einer Strecke von 20 cm hin- und herfahren musst. Bestimme die ungefähre Reibungsarbeit, welche dieses Bügeln erfordert.
Hinweis: Reibungszahl zwischen Hemd und Bügeleisen: $\mu = 0.15$.
Das Bügeln dauert 12 min. Wie gross war die mittlere **Reibungsleistung**?
- (h) Der Bugatti Veyron (Masse: 1.89 t) beschleunigt in 7.30 s auf eine Geschwindigkeit von $200 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.
Gib die **Beschleunigungsleistung** W_B des Wagens in Pferdestärken (PS) an.
Hinweis: 1 PS = 735.5 W.

2. Arbeit am Space Shuttle

Der Orbiter des Space Shuttles, also nur die Raumfähre alleine, besitzt beim Start eine Masse von 105 t. Durch die Raketen wird er in 8.0 min auf eine Höhe von 450 km gebracht und auf eine Geschwindigkeit von $7.8 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ beschleunigt.

- (a) Wie gross ist die von den Raketen am Orbiter verrichtete Arbeit aufgrund von Anheben und Beschleunigung insgesamt?
- (b) Welche mittlere mechanische Leistung verrichten die Raketen während dem Aufstieg am Orbiter?
Konkreter: Bestimme die Summe über Hub- und Beschleunigungsleistung und gib diese Leistung in einer passenden Einheit an.
- (c) Weshalb sind die unter (a) und (b) berechneten Werte wohl etwas zu gross? Begründe deine Antwort!

3. Joule, Watt, Kilowattstunden – und Franken!

Der Normaltarif von Schweizer Elektrizitätswerken beträgt in etwa 20 Rp. pro kWh.

- Fernseher: 85 W, Computer: 15 W, Backofen: 1800 W und Waschmaschine: 2500 W.
Berechne für jedes dieser Geräte den Preis für eine Stunde Betrieb.
- Mit einem Energiezähler hast du herausgefunden, dass deine Stereoanlage im Standbymodus während 24 Stunden eine Energie von 69 kJ "verschluckt" hat. Welche Standby-Leistung bezieht die Anlage und wie teuer kommt dich ein Monat Standbyzustand zu stehen (Normaltarif)?
- Eine volle Batterie beinhalte ca. 15 kJ Energie. Wie lange "läuft" eine Taschenlampe mit zwei solchen Batterien, wenn deren Lämpchen mit 0.7 W angeschrieben ist?
- Die beiden Batterien aus Aufgabe (c) kosten je 2.00 sFr. Wie billig wäre dieselbe Energiemenge, wenn du sie bei Normaltarif aus der Steckdose beziehen würdest?
- Mein Schul-Haarföhn bezieht bei Betrieb eine elektrische Leistung von 1400 W. Überschlage **ohne Taschenrechner**, wie viele Kilowattstunden Energie der Föhn bezieht, wenn du ihn 4.0 min benutzt. Schätze so ausserdem den Preis dieses Föhnens bei Normaltarif ab.

4. Der Morgensport des Herrn Schlaumeier

Herr Schlaumeier erzählt seiner Frau stolz: "Heute morgen habe ich im Einkaufszentrum den mit 25 kg beladenen Einkaufswagen in mehreren Runden um die Fleischwarenabteilung insgesamt 1 km weit geschoben. Somit habe ich 250 kJ Arbeit verrichtet und mir das Frühstück redlich verdient."

Hat Herr Schlaumeier recht? Begründe deine Antwort!

5. Bewegungen beim Auto – genauer unter die Lupe genommen

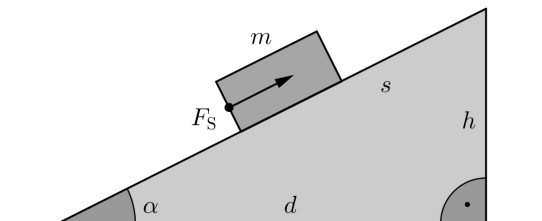
Zeichne bei allen Situationen zunächst eine Kräfteskitze und trage daneben jeweils die Bewegungsrichtung ein. Überlege dir anschliessend jeweils, durch welche Kräfte Arbeit am Auto verrichtet wird und welche Kräfte das Auto Arbeit verrichten lassen.

- Gleichmässiges geradeaus Fahren auf horizontaler Strecke
- Ausrollen auf horizontaler Strecke
- Anfahren am Berg, d.h. auf ansteigender Strecke
- Abbremsen bei der Abwärtsfahrt

6. Schwieriger! Etwas Theoretisches zum Schluss

Eine Kiste der Masse m werde über eine schräge Rampe mit Steigungswinkel α auf die Höhe h geschoben.

Die Länge der schrägen Rampenstrecke sei s , diejenige der darunter liegenden Horizontale d .



- Welche trigonometrischen Zusammenhänge bestehen zwischen α , s , d und h ?
- Die Kiste soll gleichförmig mit einer konstanten Schubkraft F_S parallel zur schiefen Rampenebene hochgeschoben werden. Drücke diese Schubkraft mittels der Masse m , des Ortsfaktors g , des Steigungswinkels α und der Gleitreibungszahl μ_G zwischen Kiste und Rampe aus.
Hinweis: Parallel-Komponente der Gewichtskraft auf der schiefen Ebene: $F_{G,\parallel} = F_G \cdot \sin \alpha$.
- Mittels des unter (b) gewonnen Ausdrucks für die Schubkraft F_S kannst du nun formal die an der Kiste verrichtete Schubarbeit W_S angeben.
- Zeige, dass die an der Kiste verrichtete Arbeit W_S genau gleich gross heraus kommen würde, wenn man die Kiste bei gleicher Reibungszahl μ_G zuerst horizontal über die Strecke d schieben und sie dann reibungsfrei auf die Höhe h anheben würde.