Energieerhaltung: Übungsblatt

Zum Lernvideo „Energieerhaltungssatz einfach erklärt“. Die Geschichte von der roten Ampel und alle Beispielzahlen sind erfunden. Seite 1: Merkzettel und die Zahlen aus dem Video, Seiten 2 und 3: Aufgaben, Seite 4: Lösungen. Erst selbst versuchen!

Name: _____ Datum: _____

Das Energiekonto in vier Schritten

1. **System festlegen:** Energie kann nicht verschwinden und nicht aus dem Nichts entstehen. Sie wechselt die Form oder geht auf andere Körper über. Die Summe bleibt gleich, wenn von außen nichts dazukommt und nichts hinausgeht (**abgeschlossenes System**). Rad, Straße und Luft zählen mit.
2. **Töpfe aufstellen:** **Bewegungsenergie** ($E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$, v in m/s), **Lageenergie** ($E = m \cdot g \cdot h$, $g = 9{,}81$ N/kg) und **thermische Energie** (bei Reibung). Das Konto zählt nur die Energieformen, die du betrachtest. Im Topf der thermischen Energie steht nur die Energie, die durch den Vorgang zusätzlich dazukommt, nicht die gesamte innere Energie der Körper.
3. **Anfang und Ende vergleichen:** Anfang = Ende. Mit Reibung ist die zusätzliche thermische Energie der Rest: Anfang minus alle anderen Töpfe. Eine Bilanz ohne thermische Energie geht dann nicht auf.
4. **Einheiten und Probe:** km/h ÷ 3,6 = m/s, Gramm ÷ 1000 = Kilogramm. Zähle zum Schluss die Töpfe am Ende zusammen: Die Summe muss die Anfangsenergie ergeben.

Die Zahlen aus dem Video

Fall	Rechnung (Annahmen: 80 kg, 18 km/h, g = 9,81 N/kg)	Ergebnis
Bewegungsenergie	18 km/h ÷ 3,6 = 5 m/s, dann $E = \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot 5^2$	**1.000 J**
Höhe ohne Reibung	$h = E \div (m \cdot g) = 1.000 \div (80 \cdot 9{,}81)$	**1,27 m**
Hügel mit Reibung (1 m erreicht)	Lageenergie $80 \cdot 9{,}81 \cdot 1 = 784{,}8$ J, thermische Energie $1.000 - 784{,}8 = 215{,}2$ J	**Summe 1.000 J**
Bremsscheibe (100 g Stahl, c = 500)	$\Delta T = Q \div (m \cdot c) = 1.000 \div (0{,}1 \cdot 500)$, alle Energie in der Scheibe	**+ 20 K** (Obergrenze)
Doppeltes Tempo	36 km/h = 10 m/s, $E = \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot 10^2$; Scheibe: 4.000 ÷ 50	**4.000 J**, Faktor 4, + 80 K
Falle: km/h nicht umgerechnet	Mit 18 statt mit 5 gerechnet: $E = \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot 18^2$	**12.960 J** (falsch!)
Luft im Klassenzimmer	Masse = 1,2 kg/m³ · 200 m³ = 240 kg; $\Delta T = 1.000 \div (240 \cdot 1005)$	**+ 0,00415 K**

Das Konto zum Hügel mit Reibung: Anfang 1.000 J, Ende 784,8 J Lageenergie und 215,2 J thermische Energie.



Wortwahl: „Thermische Energie“ nennen Schulbücher die Energie, die durch Reibung in Bremse und Luft steckt. „Wärme“ heißt streng genommen die Energie, die von einem wärmeren zu einem kälteren Körper übergeht. Im Alltag sagst du „es wird wärmer“, das ist in Ordnung. Die Energie wird beim Bremsen nicht *verbraucht*, sie wechselt die Form und verteilt sich. Verteilte thermische Energie treibt kaum noch etwas an (**Energieentwertung**).

Aufgaben A bis D: Energie, Höhe, Reibung, Erwärmung

Rechne in der Reihenfolge der Felder, mit Einheiten umrechnen zuerst. Dieselben Aufgaben mit Sofort-Korrektur gibt es auf der Übungsseite zum Video (Nummern in Klammern). Kommazahlen mit Komma. Bei Höhe und Erwärmung auf zwei Nachkommastellen runden.

A · Tretroller: Bewegungsenergie (Übungsseite: #energie-16)

Du fährst mit dem Tretroller über den Gehweg. Du und dein Tretroller wiegen zusammen 50 kg, dein Tempo beträgt 18 km/h. Wie groß ist die Bewegungsenergie?

Annahme: Wir rechnen mit einem einzigen bewegten Körper. Die Drehung der Räder bleibt unberücksichtigt.

Masse m	**50 kg**
Geschwindigkeit v	**18 km/h**

Geschwindigkeit in m/s	
Bewegungsenergie in J	

B · Schlitten: Höhe ohne Reibung (Übungsseite: #energie-22)

Du rutschst mit dem Schlitten über eine ebene Schneefläche. Du und dein Schlitten wiegen zusammen 50 kg, dein Tempo beträgt 27 km/h. Jetzt schiebt dich niemand mehr und du rutschst auf einen Hügel zu. Wie hoch kommst du, wenn es keine Reibung und keinen Luftwiderstand gibt?

Annahme: Ohne Reibung und Luftwiderstand, g = 9,81 N/kg.

Masse m	**50 kg**
Geschwindigkeit v	**27 km/h**
Fallbeschleunigung g	**9,81 N/kg**

Geschwindigkeit in m/s	
Bewegungsenergie in J	
Höhe ohne Reibung in m	

C · Skateboard: Energiekonto mit Reibung (Übungsseite: #energie-8)

Du rollst mit dem Skateboard über den glatten Schulhof. Du und das Skateboard wiegen zusammen 60 kg, dein Tempo beträgt 18 km/h. Jetzt stößt du dich nicht mehr ab und rollst einen Hügel hinauf. In Wirklichkeit bremsen Reibung und Luft mit: Du kommst nur 0,5 m hoch. Stelle das Energiekonto auf: Wie viel Energie steckt am höchsten Punkt als Lageenergie, wie viel als thermische Energie?

Annahme: g = 9,81 N/kg. Das Konto zählt nur Bewegungsenergie, Lageenergie und die durch Reibung zusätzlich entstehende thermische Energie, nicht die gesamte innere Energie der Körper. Die Drehung der Räder bleibt unberücksichtigt.

Masse m	**60 kg**
Geschwindigkeit v	**18 km/h**
Fallbeschleunigung g	**9,81 N/kg**
erreichte Höhe h	**0,5 m**

Bewegungsenergie am Anfang in J	
Lageenergie am höchsten Punkt in J	
Thermische Energie in J	
Probe: Lageenergie + thermische Energie in J	

D · Bremsscheibe: Erwärmung (Übungsseite: #energie-24)

Beim Bremsen landet die Energie von 2.250 J in einer Bremsscheibe aus Stahl. Die Scheibe wiegt 150 g. Um wie viel Kelvin (Grad) wird die Scheibe wärmer?

Annahme: Spezifische Wärmekapazität c(Stahl) = 500 J/(kg·K) (gerundet). Die ganze Energie bleibt in diesem einen Körper. Das ist eine Obergrenze, in Wirklichkeit verteilt sie sich.

Energie Q	**2.250 J**
Masse m	**150 g**
Stoff	**Stahl**
spezifische Wärmekapazität c	**500 J/(kg·K)**

Masse in kg	
Temperaturänderung in K	

Aufgaben E bis H: Stoffe, Tempo, Fehler, Aussagen

E · Wasser in der Trinkflasche: Erwärmung (Übungsseite: #energie-39)

In deiner Trinkflasche sind 250 g Wasser. Stell dir vor, die Energie von 2.090 J wandert ganz in dieses Wasser. Um wie viel Kelvin (Grad) wird das Wasser wärmer?

Annahme: Spezifische Wärmekapazität c(Wasser) = 4.180 J/(kg·K) (gerundet). Die ganze Energie bleibt in diesem einen Körper. Das ist eine Obergrenze, in Wirklichkeit verteilt sie sich.

Energie Q	**2.090 J**
Masse m	**250 g**
Stoff	**Wasser**
spezifische Wärmekapazität c	**4.180 J/(kg·K)**

Masse in kg	
Temperaturänderung in K	

F · Inlineskates: Tempo und Bewegungsenergie (Übungsseite: #energie-15)

Du fährst mit Inlineskates auf einem ebenen Weg. Du und deine Inlineskates wiegen zusammen 45 kg, dein Tempo beträgt 18 km/h. Danach fährst du 3-mal so schnell, also mit 54 km/h. Um welchen Faktor wächst die Bewegungsenergie, und wie groß ist sie bei der neuen Geschwindigkeit?

Annahme: Die Masse bleibt gleich. Die Drehung der Räder bleibt unberücksichtigt.

Masse m	**45 kg**
Geschwindigkeit v	**18 km/h**
neue Geschwindigkeit	**54 km/h (3-mal so schnell)**

Bewegungsenergie bei 18 km/h in J	
Faktor, um den die Bewegungsenergie wächst	
Bewegungsenergie bei 54 km/h in J	

G · Finde die zwei Fehler

Annahme: Die ganze Energie bleibt in der Bremsscheibe aus Stahl (100 g, c = 500 J/(kg·K)). Das ist eine Obergrenze. Die Drehung der Räder bleibt unberücksichtigt.

Max rechnet: „Ich fahre 18 km/h, ich und das Rad wiegen 80 kg. Also ist $E = ½ \cdot 80 \cdot 18^2 = 12.960$ J. Mit der Annahme oben rechne ich weiter: $\Delta T = 12.960 \div (100 \cdot 500) = 0{,}2592$ K.“

Fehler 1			
Fehler 2			
richtige Bewegungsenergie (J)		richtige Erwärmung (K)	

H · Richtig oder falsch? (Beurteile die Aussagen als physikalische Fachaussagen, nicht als Alltagssprache. Kreuze an und begründe in einem Satz.)

Nr.	Aussage	Urteil	Begründung
1	Beim Bremsen wird Energie verbraucht.	☐ richtig ☐ falsch	
2	Wer bei gleicher Masse doppelt so schnell fährt, hat doppelt so viel Bewegungsenergie.	☐ richtig ☐ falsch	
3	1000 Joule erwärmen 100 g Stahl und 240 kg Luft gleich stark.	☐ richtig ☐ falsch	
4	In einem abgeschlossenen System bleibt die Summe aller Energien gleich, auch mit Reibung.	☐ richtig ☐ falsch	

Lösungen

Alle Zahlen stammen aus demselben Rechenkern wie die interaktive Übungsseite und sind mit einer Rechenkontrolle geprüft. Die Erwärmung ist immer eine Obergrenze: Sie gilt nur, wenn die ganze Energie in dem einen Körper bleibt.

Aufgabe A · Tretroller: Bewegungsenergie

Feld	Ergebnis	Rechenweg
Geschwindigkeit	**5 m/s**	18 km/h ÷ 3,6 = 5 m/s.
Bewegungsenergie	**625 J**	$E = ½ \cdot m \cdot v^2 = ½ \cdot 50 \cdot 5^2 = ½ \cdot 50 \cdot 25 = 625$ J.

Aufgabe B · Schlitten: Höhe ohne Reibung

Feld	Ergebnis	Rechenweg
Geschwindigkeit	**7,5 m/s**	27 km/h ÷ 3,6 = 7,5 m/s.
Bewegungsenergie	**1.406,25 J**	$E = ½ \cdot m \cdot v^2 = ½ \cdot 50 \cdot 7{,}5^2 = ½ \cdot 50 \cdot 56{,}25 = 1.406{,}25$ J.
Höhe	**2,87 m**	h = E ÷ (m · g) = 1.406,25 ÷ (50 · 9,81) = 1.406,25 ÷ 490,5 = 2,87 m (gerundet). Ohne Reibung wird die ganze Bewegungsenergie zu Lageenergie.

Aufgabe C · Skateboard: Energiekonto mit Reibung

Feld	Ergebnis	Rechenweg
Anfang	**750 J**	$E = ½ \cdot 60 \cdot (18 \div 3{,}6)^2 = ½ \cdot 60 \cdot 25 = 750$ J.
Lageenergie	**294,3 J**	E = m · g · h = 60 · 9,81 · 0,5 = 294,3 J.
Thermische Energie	**455,7 J**	750 − 294,3 = 455,7 J. Der Rest kommt durch die Reibung als zusätzliche thermische Energie dazu (Reifen, Lager, Luft). Ohne Reibung käme man bis 1,27 m.
Probe	**750 J**	294,3 + 455,7 = 750 J. Das ist die Anfangsenergie: Die Summe stimmt.

Aufgabe D · Bremsscheibe: Erwärmung

Feld	Ergebnis	Rechenweg
Masse	**0,15 kg**	150 g ÷ 1000 = 0,15 kg.
Temperaturänderung	**30 K**	ΔT = Q ÷ (m · c) = 2.250 ÷ (0,15 · 500) = 2.250 ÷ 75 = 30 K. Der Körper wird also um 30 Grad wärmer. Das ist eine Obergrenze, weil die Energie in Wirklichkeit nicht ganz in einem Körper bleibt.

Aufgabe E · Wasser in der Trinkflasche: Erwärmung

Feld	Ergebnis	Rechenweg
Masse	**0,25 kg**	250 g ÷ 1000 = 0,25 kg.
Temperaturänderung	**2 K**	ΔT = Q ÷ (m · c) = 2.090 ÷ (0,25 · 4.180) = 2.090 ÷ 1.045 = 2 K. Der Körper wird also um 2 Grad wärmer. Das ist eine Obergrenze, weil die Energie in Wirklichkeit nicht ganz in einem Körper bleibt.

Aufgabe F · Inlineskates: Tempo und Bewegungsenergie

Feld	Ergebnis	Rechenweg
Energie vorher	**562,5 J**	$E = ½ \cdot 45 \cdot (18 \div 3{,}6)^2 = ½ \cdot 45 \cdot 25 = 562{,}5$ J.
Faktor	**9**	3 · 3 = 9. Die Geschwindigkeit steht im Quadrat: 3-faches Tempo heißt 9-fache Bewegungsenergie.
Energie nachher	**5.062,5 J**	562,5 · 9 = 5.062,5 J. Probe direkt: $½ \cdot 45 \cdot (54 \div 3{,}6)^2 = ½ \cdot 45 \cdot 225 = 5.062{,}5$ J.

Aufgaben G und H

G: Fehler 1: Die Geschwindigkeit muss in m/s stehen: 18 km/h ÷ 3,6 = 5 m/s. Richtig ist $E = ½ \cdot 80 \cdot 5^2 =$ **1.000 J** (Max hat mit 18 statt 5 gerechnet). **Fehler 2:** In Q = m · c · ΔT muss die Masse in Kilogramm stehen: 100 g = 0,1 kg. Richtig ist ΔT = 1.000 ÷ (0,1 · 500) = **20 K**. Das ist eine Obergrenze, weil die Energie in Wirklichkeit nicht ganz in der Scheibe bleibt.

H: 1) falsch. Als Fachaussage falsch. „Verbrauchen“ ist Umgangssprache: Fachlich wechselt die Energie die Form (thermische Energie), und der gut nutzbare Anteil wird weniger (Energieentwertung).
2) falsch. Das Tempo steht im Quadrat: Bei gleicher Masse heißt doppeltes Tempo vierfache Bewegungsenergie (1.000 J bei 18 km/h, 4.000 J bei 36 km/h).
3) falsch. Die Scheibe wird um etwa 20 K wärmer, die Luft nur um etwa 0,00415 K. Die Temperaturänderung hängt von Masse und Stoff ab (ΔT = Q ÷ (m · c)), nicht nur von der Energie.
4) richtig. Mit Reibung bleibt die Summe gleich, wenn du die zusätzlich entstehende thermische Energie als Topf mitzählst und das System abgeschlossen ist (Rad, Straße und Luft zählen mit).