

EI 9b	<i>PHYSIK</i>	Leistung ist Arbeit pro Zeit
2011-12	Lösungen der Übungsaufgaben	

1. Aufgabe – Masse und Gewichtskraft – $F=mg$

Masse ist eine Eigenschaft von Materie. Wegen der Erdanziehung spürst du etwas, was zwischen deiner Masse und der Masse der Erde geschieht; sie „wechselwirken“ miteinander und man nennt das landläufigt „Gewicht“. Genauer ist es deine Gewichtskraft. Man kann sehr einfach nachweisen, dass 100g Masse ca. 1 Newton Gewicht entsprechen. Dabei ist 1 Newton, kurz 1N willkürlich festgesetzt genauso wie die cm-Striche auf deinem Lineal. Man hätte sie auch anders lang machen können. Drückt man Masse in kg aus, kann man diese Zahl einfach mal 10 nehmen, um (ungefähr) auf die entsprechende Gewichtskraft in Newton zu kommen.

- a) Wandele die folgenden Massen in Gewichtskräfte um. Gehe dabei von $100g = 1N$ aus!
1kg, 100g, 50g, 24kg, 100kg, 1mg, 10mg, 23g, 3124kg

Da Masse ja nicht gleich („=") Kraft ist, verwende ich im Folgenden einfach „==" ;-)

1kg == 10N 100g == 1N 50g = 0,05kg == 0,5N 24kg == 240N

100kg == 1000N

Komplizierter ist es bei 1mg=0,001g=0,000001kg. Das sind dann 0,00001N. 10mg entsprechen dem 10fachen, also 0,0001N.

23g = 0,023kg == 0,23N 3124kg == 31240N = 31,24 kN

- b) Welchen Massen entsprechen folgende Gewichtskräfte auf der Erde?
10N, 14N, 10kN, 300N, 31013N, 0.11N, 0.01N, 230N

10N == 1kg 14N == 1,4kg 10kN = 10000N == 1000kg = 1t

300N == 30kg 31013N == 3101,3kg 0.11N == 0.011kg = 11g

0.01N == 0.001kg = 1g 230N == 23kg

2. Aufgabe – Masse, Gewichtskraft und Lageenergie – $W=mgh=Fh$ (F Gewichtskraft)

Verschiedene Steine werden auf einen 10m hohen Hügel getragen. Berechne deren Zunahme an Lageenergie! **1kg, 10kg, 10g, 50kg, 1t, 200g, 20g, 234kg**

Zuerst brauchen wir deren Gewichtskräfte. Das geht so wie in Aufgabe 1:

1kg == 10N 10kg == 100N 10g = 0,01kg == 0,1N 50kg == 500N

1t = 1000kg == 10000N = 10 kN 200g == 2N 20g = 0,02kg == 0,2N

234kg = 2340 N

Nun können wir einfach mal die Höhe nehmen. Die ist konstant 10m und so ergeben sich folgende „Lageenergie-Gewinne“ mit der Einheit Joule:

**1kg gewinnt 100 Joule
10kg gewinnt das Zehnfache; 1000J bzw. 1kJ
10g gewinnt 1J
50kg gewinnt 5000J oder 5kJ
1t gewinnt 100000J oder 100kJ
200g gewinnt 20J
20g gewinnt 2J
234kg gewinnt 23400J bzw. 23,4kJ**

Ist es egal, welchen Weg man beim Hochlaufen geht (direkt, in Schlangenlinien oder bspw. eine Treppe?)

Ja, das ist wegen der Energieerhaltung völlig egal. Die Lageenergie misst nicht das „wie“ sondern nur das „von wo nach wo“. Mancher mag das Treppensteigen mit einem 50kg-Gewicht als leichter empfinden, als den Brocken einen langen Weg langsam hochzurollen, weil es schneller vorbei ist...

3. Aufgabe – Leistung – $P=W/t$

Ein Stockwerk in 200m Höhe wird von verschiedenen Fahrstühlen, die je 1t wiegen, nach diesen Zeiten erreicht: **1s, 10s, 20s, 50s, 100s, 1ms**. Berechne die Leistung der jeweiligen Fahrstühle.

Wie in Aufgabe 2 braucht es hier eine Vorüberlegung; welche Arbeit wird hier verrichtet, also wieviel Lageenergie „gewonnen“ (natürlich auf Kosten einer anderen Energieform, bspw. der elektrischen Energie, denn die Fahrstühle werden ja irgendwie angetrieben).

Mit $h=200m$ und $F=10000N$ als Gewichtskraft für den Fahrstuhl wegen $1t=1000kg$ ergibt sich für $W=10.000 * 200 J = 2.000.000 J = 2000 kJ$.

Diese Arbeit wird jetzt in 1s verrichtet und mit $P = W/t = 2.000.000/1$ Watt bleibt es bei 2.000.000 Watt, eine riesige Zahl (vergleiche den Treppensteiger aus der Probearbeit) und ehrlich gesagt sehr unrealistisch.

Im zweiten Fall wird diese Arbeit in 10s verrichtet und mit $P = W/t = 2.000.000/10$ Watt sind das 200.000 Watt, eine immer noch riesige Zahl, aber nur noch 1/10 der alten Zahl (denn 10s ist das Zehnfache von 1s).

Im dritten Fall wird diese Arbeit in 20s verrichtet und mit $P = W/t = 2.000.000/20$ Watt sind das 100.000 Watt.

Im vierten Fall wird diese Arbeit in 50s verrichtet und mit $P = W/t = 2.000.000/50$ Watt sind das 40.000 Watt.

Im fünften Fall wird die Arbeit in 100s verrichtet und mit $P = W/t = 2.000.000/100$ Watt sind das 20.000 Watt.

Im letzten Fall wird diese Arbeit in 1ms verrichtet, also in einem Tausendstel des ersten Falles. Damit ver1000facht sich der Wert von 2 Mio auf 2 Mrd Watt!

4. Aufgabe – Flaschenzüge – $W=Fs$ =konstant (Energieerhaltung)

Wir wollen einen Balken von 60kg um 10m hochziehen. Bei einem Flaschenzug ohne Rolle brauchen wir dazu 10m Seil und müssen 60kg überwinden, was 600N entspricht. Wir multiplizieren beides; Seillänge mal Gewichtskraft; $10 \cdot 600 = 6000$. Diese Zahl, 6000 (Joule) bleibt in den folgenden Teilen immer gleich! Man gewinnt bei der Zahl „Seillänge mal Gewichtskraft“ nämlich nie etwas. Aber man kann auf Kosten der Seillänge Gewichtskraft „einsparen“.

a) Wieviel Seil brauchst du bei einer Rolle? Von wo ziehst du hier den Balken nach oben?

Das Seil braucht bei einer Rolle schon 20m Länge. Man zieht ja jetzt von unten, also muss das Seil ganz am Anfang einmal hoch und einmal runter reichen, was eben zweimal 10m entspricht.

b) Wie lang wird das Seil bzw. wieviel „wiegt“ der Balken bei dieser Anzahl von Rollen?
2 bzw. 3 bzw. 4 bzw. 5 bzw. 6 Rollen

**Die Seillängen vervielfachen sich bezogen auf 1 Rolle um den Faktor 2,3,4,5 bzw. 6:
2 Rollen: 40m, 3 Rollen: 60m; 4 Rollen: 80m, 5 Rollen: 100m und 6 Rollen: 120m.**

**Das „Gewicht“ verringert sich dafür um den gleichen Faktor von 600N auf...
2 Rollen: 300N, 3 Rollen: 200N, 4 Rollen: 150N, 5 Rollen: 120N und 6 Rollen: 100N.**

Im letzten Fall entspricht das 10kg, was nicht mehr allzu schwer sein sollte. Wie wir in den Versuchen gesehen haben, stimmt das und witzigerweise ist die Zahl, die durch Seillänge mal Anzahl der Rollen entsteht, immer noch 6000:

Im Falle einer Rolle ziehen wir den Balken 10m hoch. 10m mal 600N ergibt 6000J.

Im Falle von 2 Rollen ziehen wir den Balken schon 20m hoch (ACHTUNG: die Seillänge ist zwar 40, aber das liegt daran, dass man von unten zieht. Tatsächlich zieht man nur 20m Seil durch die Rollen, um hochzukommen), dafür sind es aber nur noch 300N.

Im Fall von 6 Rollen sind es nur noch 100N, dafür muss man aber 60m Seil durchziehen, also wieder $100 \cdot 60 = 6000$...