Lösen physikalischer Aufgaben

1. **geg.: / ges.:**
   Dabei sind die gegebenen Größen als „Formelzeichen = Maßzahl Einheit“ anzugeben.
   Bei mehreren gleichartigen Größen sind Indizes zu verwenden.
   Auch implizit gegebene Größen, die aus dem Tafelwerk übernommen werden, haben Sie hier anzugeben. Dabei sind die Größen in ihre SI-Einheiten umrechnen!
   Die gesuchten Größen als „Formelzeichen“ angeben und ggf. „in Einheit“ ergänzen.

2. **Lösung:**
   Den Ansatz angeben:
   a) einfache (Grund-) Formel aus dem Tafelwerk oder dem Grundwissen
   b) Kraftegeleichgewicht: Geben Sie an, welche Kräfte gleich sind.
   c) Energieerhaltung: Geben Sie an welche Energien gleich sind.

   Formeln umstellen, ggf. ineinander einsetzen. (LK: möglichst Endformel aus gegebenen Größen)

   Bei allen eingesetzten Größen ist die Einheit anzugeben. Die Einheiten sind in der Rechnung zu kürzen bzw. in andere Einheiten umzuformen. Einheiten sind in der richtigen phys. Schreibweise, d.h. mit Exponent oder waagerechtem Bruchstrich anzugeben.

   Bsp.: $1\ kmh^{-1} = 1\,\frac{km}{h}$ (1 km/h gibt es nicht!)

   Der Lösungsweg ist vollständig und nachvollziehbar anzugeben.
   Schritte ohne Rechnung (Proportionalitäten etc.) sind als Stichpunkt zu begründen.

   Verwenden Sie bei der Rechnung ungerundete Zahlen (im GTR abspeichern).
   Geben Sie bei der Lösung gerundete Zahlen an.

   Da es sich bei physikalischen Größen fast immer um Messwerte handelt, ist die letzte (in der Aufgabe) angegebene Ziffer als unzuverlässig zu betrachten. Entsprechend genau ist dann im Antwortsatz die Lösung anzugeben.

3. **Antwortsatz:**
   Dient der Übertragung des mathematisch berechneten Ergebnisses auf die (praktische) Aufgabenstellung. Dabei ist immer zu prüfen, ob die berechnete Zahl überhaupt dem Sachverhalt entsprechen kann. Die Maßzahl ist dem Sachverhalt entsprechend zu runden.

Beispiele:

2. Der Mercedes CLS 500 hat bei einer Leermasse von 1835 kg eine Maximalgeschwindigkeit von 250 kmh^{-1}. Die Bremsverzögerung der elektrohydraulischen Bremse beträgt 10,02 ms^{-2}.
   Welche durchschnittliche Kraft wirkt während der als gleichmäßig angenommenen Verzögerung?
   Wie groß ist die von der Bremse verrichtete Verzögerungsarbeit?
   Wo und in welcher Form liegt die dadurch umgewandelte Energie nach dem Vorgang vor?

geg.: $m = 1835\ kg$ — ges.: F in N , W in Nm

$v_0 = 250\ kmh^{-1} = 69{,}444\ ms^{-1}$ $\quad v_1 = 0\ ms^{-1}$

$a = -10{,}02\ ms^{-2}$ (“-“ da entgegengesetzt der Bew.-richtung)

Lös.: $F = m \cdot a = 1835kg \cdot -10{,}02ms^{-2}$ (Def.-gleichung der Kraft)

$= -18386{,}7\ kgms^{-2}$

$\underline{= -18386{,}7\ N}$

$W = \Delta E = E_{kin\ ende} - E_{kin\ anfang}$

$= 0 - 0{,}5 \cdot m \cdot v_1^2$

$= 0 - 0{,}5 \cdot 1835\ kg \cdot (69{,}444\ ms^{-1})^2$

$= 0 - 4424672{,}0679\ kg\ m^2\ s^{-2}$ ($kg \cdot m \cdot s^{-2} \cdot m$)

$\underline{= -4424672\ Nm}$

***oder** komplizierter mit dem s-t- und v-t-Gesetz der gleichmäßig beschleunigten Bewegung:*

$W = F \cdot s$ (Def.-gleichung der Arbeit)

(s ist nicht gegeben!)

$s = \frac{a}{2} \cdot t^2$ (s-t-Gesetz der glm. beschl. Bew.)

$v_0 = a \cdot t$ (t ist nicht gegeben)

(v-t-Gesetz der glm. beschl. Bew.)

(Betrachtung als Beschl. von 0 auf 250kmh^{-1})

$$t = \frac{v_0}{a} = \frac{69{,}444\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{10{,}02\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}} = \frac{6{,}93}{\frac{1}{\mathrm{s}}}$$

(m kürzt sich und eine s auch)

$= 6{,}93\ \mathrm{s}$

$$s = \frac{a}{2} \cdot t^2 = \frac{10{,}02\,\frac{m}{s^2}}{2} \cdot (6{,}93s)^2$$

LK: Endformel: $W = F \cdot \frac{a}{2} \cdot \left(\frac{v_1}{t}\right)^2$

$= 5{,}01\ \frac{m}{s^2} \cdot 48{,}0249\ \mathrm{s}^2$

$= 240{,}645\ \mathrm{m}$

$W = F \cdot s$

$W = -18386{,}7\ \mathrm{N} \cdot 240{,}645\ \mathrm{m} = \underline{-4424672{,}0679\ \mathrm{Nm}}$

Die Arbeit beträgt rund -4,42 MNm bei einer durchschnittlich wirkenden Kraft von rund -18,4 kN.
(auch möglich: Die ***abgegebene*** Energie (oder ***die vom System verrichte Arbeit***) beträgt 4,42MNm)
Die kin. Energie des Fahrzeuges wurde in thermische Energie der Bremsscheiben und der Umgebungsluft umgewandelt.

Ein Körper der Masse 10 g und ein Körper der Masse 100 kg fallen reibungsfrei aus 5 m Höhe.
Vergleichen Sie die Auftreffgeschwindigkeiten und die beim Aufprall umgesetzten Energien.

geg.: $m_1 = 10\mathrm{g} = 0{,}01\ \mathrm{kg}$
$m_2 = 100\ \mathrm{kg}$

Lösung:
Nach dem EESdM ist die Energie am Anfang, dh. wenn die Körper in 5 m Höhe sind, gleich der Energie am Ende, d.h. beim Aufprall.
$E_{pot} = m \cdot g \cdot h \qquad m_2 = 10000 \cdot m_1$
Die Energie ist direkt proportional zur Masse, g und h sind in beiden Fällen konstant.
Daraus folgt: $E_2 = 10000 \cdot E_1$
$E_{pot\ Ende} = E_{kin\ Anfang} \quad m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2}\ mv^2$
$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$
Die Auftreffgeschwindigkeit ist unabhängig von der Masse, somit sind die Geschwindigkeiten gleich, da Höhen gleich sind.

Antwort:
Die Energie des 100 kg schweren Körpers ist 10000-mal größer als die des 10 g schweren Körpers. Ihre Auftreffgeschwindigkeiten sind bei einem reibungsfreien Fall aus gleicher Höhe aber gleich.

Einem Fall aus welcher Höhe entspricht ein ungebremster Auffahrunfall bei 50 kmh^{-1} ?

geg.: $v = 50\mathrm{kmh}^{-1} = 13{,}\overline{8}\ \mathrm{ms}^{-1}$ ges.: h
$g = 9{,}81\ \mathrm{ms}^{-2}$

Lösung: $E_{kin} = E_{pot}$
$m \cdot g \cdot h = 0{,}5 \cdot m \cdot v^2$

(Es muss durch den Fall die gleiche „Auftreff"-geschwindigkeit erreicht werden.)

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{192\,\frac{m^2}{s^2}}{2 * 9{,}81\,\frac{m}{s^2}}$$

(s² kürzen sich und ein m kürzt sich)

$\underline{h = 9{,}83\ \mathrm{m}}$

Antwort: Der Aufprall entspricht dem Aufprall bei einem freien Fall aus 9,83 m Höhe.