Einführung in die Physik I (für Nicht-PhysikerInnen)
Hausaufgaben Woche 8

26 - 30 November 2018

1. Berechnen Sie die folgenden Ausdrücke mit der korrekten Anzahl an signifikanten Stellen. Erinnern Sie sich dabei an die Definition signifikanter Stellen als "jede zuverlässig bekannte Stelle mit Ausnahme der Nullen, die die Position des Kommas angeben"; was bedeutet, dass bei Multiplikation und Division die Anzahl signifikanter Stellen im Ergebnis nie größer ist als die der Größe mit den wenigsten signifikanten Stellen. Bei Addition und Subtraktion entspricht die Stellenanzahl in der Antwort der des Terms mit der kleinsten Anzahl von Dezimalstellen.

   (a)
   $$\left(5,6 \cdot 10^{-5}\right) \cdot 0,0000075 / \left(2,4 \cdot 10^{-12}\right)$$

   Lösung: $175 \approx 1,8 \cdot 10^2$. Weil alle Terme 2 signifikante Stellen haben, gilt dies auch für die Antwort.

   (b)
   $$14,2 \cdot 6,4 \cdot 10^7 \cdot 8,2 \cdot 10^{-9} - 4,06.$$

   Lösung: $7,45216 - 4,06 \approx 7,5 - 4,06 \approx 7,5 - 4,1 = 3,4$. In der Multiplikation haben $6,4 \cdot 10^7$ und $8,2 \cdot 10^{-9}$ beide 2 signifikante Stellen, die Antwort deshalb auch. $14,2$ hat zwar drei signifikante Stellen, was aber mehr ist und deshalb keine Rolle spielt. In der folgenden Subtraktion hat $7,5$ nur eine Dezimalstelle, was weniger ist als die zwei Dezimalstellen von $4,06$ und deshalb maßgebend für die Antwort, die also auch eine Dezimalstelle haben soll.

   (c)
   $$\frac{\left(6,1 \cdot 10^{-6}\right)^2 \left(3,6 \cdot 10^4\right)^3}{\left(3,6 \cdot 10^{-11}\right)^{1/2}}$$

   Lösung: $\frac{3,7 \cdot 10^{-11} \cdot 4,7 \cdot 10^{13}}{6,0 \cdot 10^{-6}} = 2,9 \cdot 10^8$. Alle Terme haben 2 signifikante Stellen; weil Potenzieren und Wurzelziehen Formen von Multiplikation sind, hat die Lösung ebenfalls zwei signifikante Stellen.

   (d)
   $$\frac{(0,000064)^{1/3}}{12,8 \cdot 10^{-3} \sqrt{490 \cdot 10^{-1}}}$$

   Lösung: $\frac{0,040}{0,0896} = 0.45$.
   Bemerkung: In diesen Lösungen wurden immer Zwischenlösungen gezeigt, um die verschiedenen Schritte der Bestimmung der signifikanten Stellen zu erklären. In der Praxis ist es aber immer besser, die Anzahl signifikanter Stellen vorab zu klären und die ganze Berechnung in einem einzigen Schritt durchzuführen.

2. Ein Gegenstand an einer Feder führt eine harmonische Bewegung mit einer Amplitude von 4,0 cm aus. Wenn das Objekt von der Gleichgewichtslage 2,0 cm weit entfernt ist (d.h. halbwegs zur maximalen entfernung), welchen Bruchteil der Gesamtenergie macht dann die potenzielle Energie aus?

Lösung: Die mechanische Gesamtenergie der Schwingung ist $E_{\text{mech}} = \frac{1}{2}k_{\text{F}}A^2$ mit der Federkonstanten k_{F} und der Amplitude A der Schwingung. Die Potenzielle Energie ist $E_{\text{pot}}(x) = \frac{1}{2}k_{\text{F}}x^2$ mit der Auslenkung x. Der gesuchte Bruchteil ist also:

$$\frac{E_{\text{pot}}}{E_{\text{mech}}} = \frac{\frac{1}{2}k_{\text{F}}x^2}{\frac{1}{2}k_{\text{F}}A^2} = \frac{x^2}{A^2} \quad ,$$

also mit $A = 4,0\,\text{cm}$ und $x = 2,0\,\text{cm}$:

$$\frac{E_{\text{pot}}}{E_{\text{mech}}} = 0,25 \quad ,$$

oder 25%.