

Marsflug und fehlerhafte Berechnungen (1)

In 1999 verlor die NASA die Raumsonde Mars Climate Orbiter auf dem Mars. Die Kosten für das ganze Projekt betragen etwa 160 Millionen Dollar.

„Die Untersuchungskommission fand schnell den Grund für den Verlust der Sonde. Die Telemetriedaten ergaben, dass sie sich dem Mars nicht auf 150 km, sondern auf nur 57 km genähert hatte. In dieser Höhe ist die Marsatmosphäre so dicht, dass die Sonde durch die Reibungshitze zerstört werden musste. Die Ursache dieses Navigationsfehlers war ebenfalls bald ermittelt: Während die NASA den Impuls p im Internationalen Einheitensystem (SI) mit der metrischen Einheit Ns berechnet hatte, wurde die Navigationssoftware des MCO vom Hersteller Lockheed Martin im imperialen System mit der Impulseinheit lbf \cdot s ausgelegt, die um den Faktor 1/4,45 geringere Werte liefert.“

Quelle: https://de.m.wikipedia.org/wiki/Mars_Climate_Orbiter

„Das Problem ist dabei nicht das Verwenden von amerikanischen Einheiten bei Lockheed-Martin (entgegen den Vorschriften der NASA), sondern dass der Fehler nicht entdeckt wurde.“

Quelle: <https://www.bernd-leitenberger.de/mco.shtml>

Stundenfrage: Worauf sollte man bei Berechnungen in der Physik achten?

Aufgabe 1 😊😊 Partnerarbeit ⌚ 3 min

- Besprechen Sie die Stundenfrage anhand der obigen Texte mit Ihrer Sitznachbarin oder Ihrem Sitznachbarn und machen Sie Notizen zu Ihren Überlegungen.

Aufgabe 2 😊 Einzelarbeit ⌚ 10 min für die Aufgaben 2–4

- Markieren Sie in der folgenden kommentierten Beispielrechnung, worauf Sie bei Berechnungen in der Physik in Zukunft besonders achten werden.

Beispielrechnung: Mit einem Federkraftmesser wird ein 100-g-Massestück auf dem Mars vermessen. Der Federkraftmesser zeigt 370 mN an. Wie groß ist die Fallbeschleunigung auf dem Mars? Berechnen Sie die Fallbeschleunigung und vergleichen Sie den Wert mit der Erdbeschleunigung.

$$\text{geg.: } m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$$

$$F = 370 \text{ mN} = 0,37 \text{ N}$$

$$\text{ges.: } a$$

$$F = m \cdot a \quad | : m$$

$$a = F/m$$

$$a = \frac{0,37 \text{ N}}{0,1 \text{ kg}}$$

$$a = 3,7 \text{ m/s}^2$$

Die Fallbeschleunigung beträgt $3,7 \text{ m/s}^2$. Das entspricht etwas mehr als einem Drittel der Erdbeschleunigung von $9,81 \text{ m/s}^2$. Um auf dem Mars etwas zu tragen, benötigt man nur ein Drittel der Kraft im Vergleich zur Erde.

Hinweise

- jeder Schritt in einer neuen Zeile, Platz lassen
- geg.: Angabe aller relevanten Werte mit Einheit, ggf. Umrechnung in SI-Einheiten
- ges.: Angabe des Formelzeichens
- Formel notieren, ggf. nach der gesuchten Größe umstellen
- Werte mit Einheiten einsetzen
- Ergebnis berechnen
- Antwortsatz notieren

Aufgabe 3

Ein günstiger Zeitpunkt für einen Marsflug ist das Jahr 2033, da in diesem Jahr der Mars nur etwa 0,4 AE entfernt ist. Die Flugdauer beträgt etwa 9 Monate.

- Berechnen Sie die Geschwindigkeit und notieren Sie den Rechenweg analog zur Beispielrechnung.

→ Nehmen Sie an, dass ein Monat 30 Tagen entspricht.

→ AE: Astronomische Einheit, die Entfernung der Erde zur Sonne, $1 \text{ AE} = 149\,600\,000\,000 \text{ m}$

Marsflug und fehlerhafte Berechnungen (2)

Aufgabe 4 (Zusatzaufgabe)

- Runden Sie das Ergebnis aus Aufgabe 3 auf eine sinnvolle Anzahl signifikanter Stellen. Lesen Sie dazu folgenden Informationstext.

Bei der Angabe des Ergebnisses ist die Anzahl der signifikanten Stellen relevant. Wenn für einen Ast 1 m als Länge angegeben wird, dann wurde der Wert auf ganze Zahlen gerundet. Die tatsächliche Länge kann zwischen 0,5 m und 1,5 m liegen. Bei 1,0 m wurde auf die erste Nachkommastelle gerundet, die tatsächliche Länge liegt zwischen 0,95 m und 1,05 m. 1 m hat also eine, 1,0 m hat zwei signifikante Stellen.

20,40
signifikant

Diese Zahl hat vier signifikante Stellen.

0,0020400
nicht signifikant signifikant

Diese Zahl hat fünf signifikante Stellen.

Das Ergebnis einer Berechnung kann nur so viele signifikante Stellen haben wie die Anzahl an signifikanten Stellen der gegebenen Werte. Wenn die Flugzeit auf 9 Monate gerundet wurde, dann sollte die Durchschnittsgeschwindigkeit auch auf eine signifikante Stelle gerundet werden. Zwischenergebnisse sollten so wenig wie möglich gerundet werden.

Aufgabe 5 😊😊 Partnerarbeit ⌚ 5 min

- Vergleichen Sie Ihre Lösungen. *Das richtige Ergebnis ist $2565 \text{ m/s} \approx 3000 \text{ m/s}$.*
 - Notieren Sie einen vollständigen Rechenweg mit einem Fehler im Rechenweg oder in der Lösung ordentlich auf einer Folie/einem Blatt Papier für die Dokumentenkamera. Die Aufgabe Ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler wird es sein, die Fehler zu finden.
- *Besonders hilfreich ist es, wenn Sie diesen Fehler tatsächlich gemacht haben! Ansonsten erfinden Sie einen Fehler, den man leicht machen könnte.*

Aufgabe 6 Plenum ⌚ 15 min

- Geben Sie Ihren Mitschülerinnen und Mitschülern Feedback zu ihrer Aufgabenlösung.

Regeln für wertschätzendes Feedback

- beschreibend, nicht bewertend
- brauchbar
- klar und präzise formuliert
- sachlich richtig
- nicht zu umfassend

Angelehnt an: https://www.friedrich-verlag.de/fileadmin/redaktion/sekundarstufe/Paedagogik_und_Faecheruebergreifende_Themen/Schulbaedagogik/Lernchancen/Lesepruben/Lernchancen_86_Leseprobe_3.pdf

- *Markieren Sie den Fehler deutlich in der Aufgabenlösung. Notieren Sie daneben die Korrektur.*
- *Wie kann man ähnliche Fehler in Zukunft vermeiden? Schreiben Sie „Tipp zum Vermeiden von Fehlern“ unter der Aufgabenlösung und formulieren Sie einen allgemeinen, hilfreichen Satz.*

Aufgabe 7 😊 Einzelarbeit ⌚ 5 min

Worauf sollte man beim Durchführen von Berechnungen in der Physik achten?

- Erstellen Sie auf einem Extrablatt eine „Checkliste für mathematische Aufgaben im Physikunterricht“.
- Notieren Sie dazu die wichtigsten Punkte der heutigen Stunde:
- Ihre Überlegungen aus Aufgabe 2,
 - die Hinweise aus Aufgabe 3,
 - die Tipps aus Aufgabe 6.
- Lassen Sie darunter Platz für Ergänzungen in den nächsten Physikstunden.