27. Sächsische Physikolympiade

1. Stufe

Klassenstufe 7

Aufgabe 270711 – Physlis fantastische Fahrrad-Physik
– Experimentalaufgabe –

Physli fährt für sein Leben gern mit dem Fahrrad. Im Sommer hat er nach (gefühlt unendlich) langer Wartezeit sein erstes Fahrrad mit Gangschaltung bekommen. Diese musste er natürlich schon bei seinen ersten Proberunden ausprobieren. Dabei stellte er fest, dass sich die Pedale bei höheren Gängen deutlich schwieriger treten ließen, als dies bei kleineren Gängen der Fall war. Er fragte sich, ob sich das Hinterrad bei hohen Gängen weiter dreht als bei niedrigen Gängen und überlegte sich daher folgendes Experiment.

Mit Hilfe einer gefüllten 1 l-Wasser-Flasche und einer geeigneten Aufhängung soll das Hinterrad in Bewegung gesetzt und die Anzahl der Umdrehungen des Rades in Abhängigkeit vom Gang untersucht werden. Um diese Anzahl gut bestimmen zu können, bastelt sich Physli eine Winkelscheibe, die es möglich macht, die Anzahl der Umdrehungen auf $\frac{1}{10}$ genau bestimmen zu können.

Auch du wirst nun entsprechende Untersuchungen durchführen. Hierfür benötigst du

- ein Fahrrad mit Kettenschaltung (falls du kein eigenes hast, hast du sicherlich nette Menschen in deiner Nähe, die dir hier aushelfen können),
- eine gefüllte 1 l-Wasser-Flasche inkl. einer geeigneten Halterung und
- eine Winkelscheibe, die dir das Messen der Umdrehungen auf $\frac{1}{10}$ genau ermöglicht.

Um unnötige Reibung zwischen der Bremse und dem Hinterrad zu minimieren, solltest du diese unbedingt lockern. Lass dir hier gern von einem Erwachsenen helfen und achte nach dem Experimentieren darauf, die Bremse wieder ordnungsgemäß einzustellen.

a) Nimm ein Foto von deiner Versuchsanordnung auf und gib dieses gemeinsam mit deiner Lösung ab.

b) Miss für alle Gänge der hinteren Achse mehrfach, wie viele Umdrehungen n das Hinterrad macht, nachdem die Flasche das Pedal vom obersten zum untersten Punkt dreht. Dabei soll das Rad nicht von dir gestoppt werden. Mit Hilfe deiner Winkelscheibe kannst du die Anzahl auf Zehntel-Umdrehungen genau bestimmen.
Dokumentiere deine Ergebnisse in einer Messwerttabelle.

c) Ermittle für jeden Gang, um welche Strecke s sich ein Punkt auf der Lauffläche des Reifens bei der Versuchsdurchführung bewegt und wie viele Zähne z das zugehörige Zahnrad hat.

   Untersuche die Zuordnung $z \rightarrow s$ auf direkte bzw. indirekte Proportionalität.

d) Beantworte Physlis ursprüngliche Forschungsfrage.

Aufgabe 270712 – Lichtsignale in alten Zeiten

In den Sommerferien besuchte Physli gemeinsam mit seinen besten Freunden die Burgruine Kohren im sächsischen Frohburg. Während der Führung wurde auch davon berichtet, dass man früher Leuchtsignale als Kommunikationsmittel nutzte, um Andere vor Gefahren zu warnen. Auf dem Turm der alten Grenzfestung befand sich früher eine Lichtsignalstation. Im Falle einer Gefahr musste das Lichtsignal präzise zu einem Aussichtsturm auf einem anderen Hügel weitergeleitet werden. Dieser war meistens mehrere Kilometer entfernt und eine direkte Sichtverbindung nicht immer möglich.
Physli fand diesen Kommunikationsweg so interessant, dass er am Abend zuhause noch ein bisschen recherchierte und folgende Situation fand:
Die Sicht zwischen beiden Türmen ist durch einen bewaldeten Hügel, eine dicke Burgmauer sowie eine Felsmauer getrennt.
Nur mit ebenen Spiegeln kann das Licht auf dem Weg so reflektiert werden, dass es das Ziel ohne Verluste erreicht.

a) Finde durch geeignete Konstruktion auf dem Arbeitsblatt einen Weg, auf dem das Licht von der Signalstation zum Aussichtsturm gelangt. Dabei müssen mindestens zwei Spiegel verwendet werden.
   Hinweis: Deine eventuellen Fehlversuche beim Finden des korrekten Wegs sind Teil der Lösung und sollen mit abgegeben werden.

b) Begründe die Richtigkeit deiner Konstruktion.

c) Begründe, ob es mit deiner Spiegelanordnung auch möglich wäre, ein Lichtsignal vom Aussichtsturm zur Signalstation zu senden.

Beim Grübeln über die richtige Lösung schaut Physli neben dem Schreibtisch durch seine voll gefüllte Wasserflasche auf einen ebenen Spiegel, der sich hinter der Flasche befindet. Er stellt verblüfft fest, dass die Physik anscheinend nicht mehr stimmt.

Um den Strahlengang zu analysieren untersucht Physli den Versuch in der Draufsicht, d. h. von oben betrachtet. Die Wasserflasche modelliert er hierbei als Kreis.

d) Finde zeichnerisch heraus, welche Beobachtung Physli gemacht haben muss.

e) Erläutere, inwiefern sich Physlis Beobachtung von seiner Erwartung unterscheidet und begründe dies physikalisch.

x B
x A

Aufgabe 270713 – Physlis Entdeckerreise zum Exoplaneten K2-18b

Physli (11 Jahre alt) hat auf einem Blog gelesen, dass Wissenschaftler in 91,6 Lichtjahren Entfernung einen Planeten namens K2-18b gefunden haben und es für möglich halten, dass dort Leben existiert. Unser Physli will es ganz genau wissen und plant eine Reise zu dieser fremden Welt.
Zunächst muss Physli sicherstellen, dass die Beleuchtung auf dem Raumschiff richtig funktioniert.

a) Zeichne einen Schaltplan für die Beleuchtung auf den Raumschiff, bei dem drei Lampen und zwei Schalter so geschaltet sind, dass
   - eine Lampe durchgehend leuchtet (Notbeleuchtung) und
   - die anderen beiden Lampen unabhängig voneinander ein- und ausgeschaltet werden können.

b) Berechne die Entfernung von K2-18b zur Erde in Kilometern.

c) Physlis Raumschiff kann sich mit 10 % der Lichtgeschwindigkeit fortbewegen. Physli will für seine Untersuchungen zehn Tage auf dem Planeten bleiben und dann wieder zurück. Berechne, wie alt er sein würde, nachdem er wieder zur Erde zurückgekehrt ist.

Nach spektroskopischen Untersuchungen vermuten Wissenschaftler, dass das Molekül Dimethylsulfid (DMS) in der Atmosphäre von K2-18b vorhanden ist. Dieses Molekül wird auf der Erde von Algen in den Ozeanen produziert und verursacht den typischen Meeresgeruch.
Physli träumt weiterhin regelmäßig von seiner Expedition. Letzte Nacht hat er im Traum eine Probe des Wassers auf K2-18b gesammelt. Der 500 ml Messzylinder wog ohne Probe 150 g und mit 500 ml der Probe 652 g. DMS hat bei Normbedingungen die Dichte 0,887 $\frac{g}{cm^3}$.

d) Berechne die Dichte der Flüssigkeitsprobe.

e) Diskutiere, warum Physli eine größere Dichte als erwartet gemessen hat.