

25. Sächsische Physikolympiade

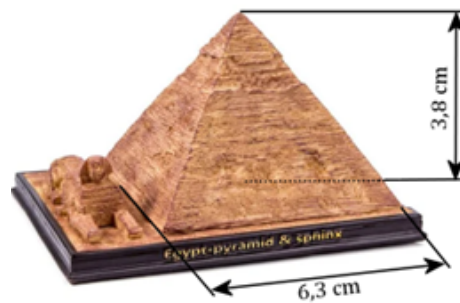
1. Stufe

Klassenstufe 7

Lösungsvorschläge – nur für korrigierende Lehrer

Aufgabe 250711 — Physli und die Pyramiden — Experimentalaufgabe

Physli hat mit seinen Eltern den Urlaub in Ägypten verbracht. Dabei haben sie auch die beeindruckenden Pyramiden von Gizeh besichtigt. Physli fragt sich, wie schwer wohl die große Cheops-Pyramide ist. Sie hat einen quadratischen Grundriss. Mit seiner Smartwatch hat er 1380 Schritte abgemessen, die er für das Umrunden der Pyramide benötigt. Seine mittlere Schrittlänge hat er zuvor mit 68 cm bestimmt. Um die Höhe der Pyramide herauszufinden, misst er das Modell aus (siehe Abbildung), das er als Souvenir erworben hat.



- a) Ermittle das Volumen der originalen Pyramide (Formel siehe Tafelwerk).

Für die Masse muss er nun noch die Dichte des für den Bau verwendeten Kalksteins kennen. Glücklicherweise findet er eine Gehwegplatte im Garten aus genau demselben Material. Hinweis: Besorge Dir ebenfalls ein Stück Kalkstein (oder Kalksandstein), z. B. aus einem örtlichen Baumarkt.

- b) Bestimme mit geeigneten Messungen für Masse und Volumen die Dichte des Kalksteins. Dokumentiere Dein Vorgehen und Deine Messungen.
- c) Berechne nun die Masse der Pyramide.

Allerdings stimmt der so berechnete Wert nicht ganz mit der originalen Masse nach dem Bau überein.

- d) Gib drei Gründe dafür an.

Zusatzinformation:

Physli hat großes Interesse am Pyramidenbau gefunden und ist auf diese Webseite gestoßen:

<https://www.cheops-pyramide.ch/grosse-pyramide.html>



Lösung 250711 — Physli und die Pyramiden — Experimentalaufgabe

- a) Pyramidenumfang (aus Schrittzahl, Schrittlänge) berechnen: $u = 1380 \cdot 0,68 \text{ m} = 938 \text{ m}$
daraus Grundseitenlänge der Pyramide: $a = \frac{u}{4} = 235 \text{ m}$
Höhenberechnung der Pyramide mit dem (hoffentlich maßstabsgerechten) Modell, z. B. mit Dreisatz: $\frac{235 \text{ m}}{6,3 \text{ cm}} = \frac{h}{3,8 \text{ cm}}$, somit ist $h = 142 \text{ m}$
→ Volumen der Pyramide: $V = \frac{1}{3} \cdot a^2 \cdot h = 2.614.000 \text{ m}^3$ (2,6 Mio. m^3)

3 BE

- b) Vorgehen beschreiben:

- Masse bestimmen mit z.B. Küchenwaage
- Volumen bestimmen mit entweder Berechnung (z.B. für einen Quader) oder durch Eintauchen in Flüssigkeit (Überlauf- / Differenzmethode)
- Dichteberechnung: $\rho = \frac{m}{V}$, liefert Werte für die Dichte des Kalksteins zwischen $1,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ und $2,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, mittlerer Wert: $\rho_{ST} = 1,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

3 BE

- c) (näherungsweise) Berechnung der Pyramidenmasse:

$$m = \rho \cdot V = 2,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 2614000 \text{ m}^3 = 2,0 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} \cdot 2614000 \text{ m}^3 = 5230000 \text{ t}$$

2 BE

- d) Mögliche Fehler (drei der unten aufgeführten sollten benannt werden):

- Die Dichte des ägyptischen Kalksteins weicht von der eigenen Messung in Aufgabe b) ab.
- Die Umfangsberechnung ist zu groß, weil Physli nicht genau den Umfang abschreiten kann, sondern mit etwas Abstand die Pyramide umrundet (wahrer Wert der Seitenlänge 230 m).
- Die Umfangsberechnung ist fehlerbehaftet, weil (in der ägyptischen Hitze) Physlis Schrittlänge nicht konstant ist.
- Die Pyramide enthält Grabkammern, ist also nicht massiv aus Kalkstein.
- Das Modell (Souvenir) ist nicht genau maßstabsgerecht.
- Die Pyramide ist im Original etwas höher gewesen (146 m statt der heute 139 m), außerdem wurden Platten der Verkleidung gestohlen.

3 BE

Σ 11 BE

25. Sächsische Physikolympiade

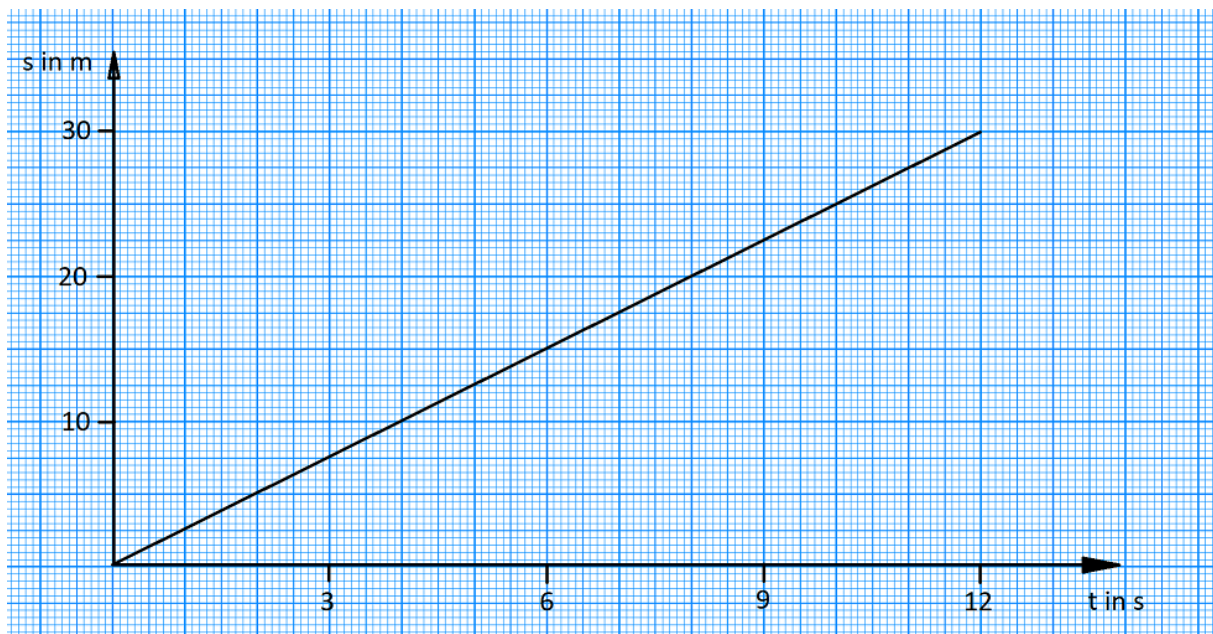
1. Stufe

Klassenstufe 7

Lösungsvorschläge – nur für korrigierende Lehrer

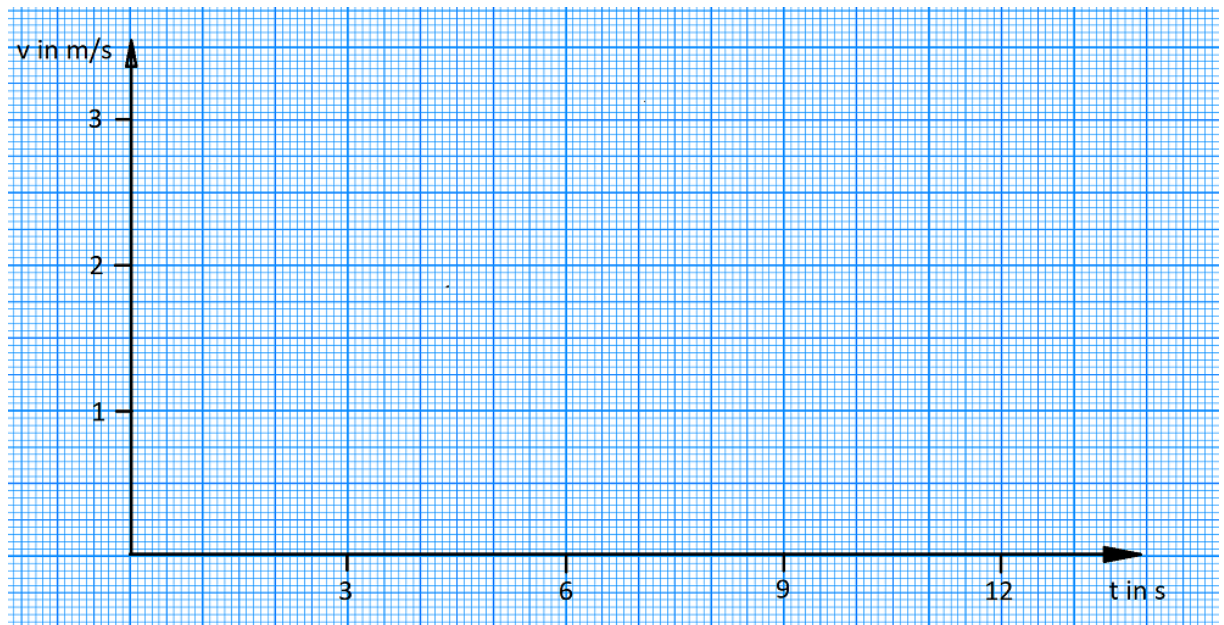
Aufgabe 250712 — Elektroroller

Physli hat eine Fahrt mit seinem Elektroroller in einem Weg-Zeit-Diagramm aufgezeichnet:

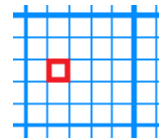


- Gib die Geschwindigkeit nach 7 s und 12 s sowie bei 15 m und 22,5 m an.
- Begründe, um welche Bewegungsart es sich bei Physlis Rollerfahrt handelt.

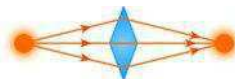
c) Stelle die Fahrt in nachfolgendem Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm graphisch dar.



d) Im gerade von dir gezeichneten Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm entspricht die Fläche eines kleinen Kästchens genau $0,005 \text{ m} = 0,05 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,1 \text{ s}$. Bestimme die Gesamtfläche unter der Geraden als Summe aller Kästchen im Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm bis $t = 12 \text{ s}$.

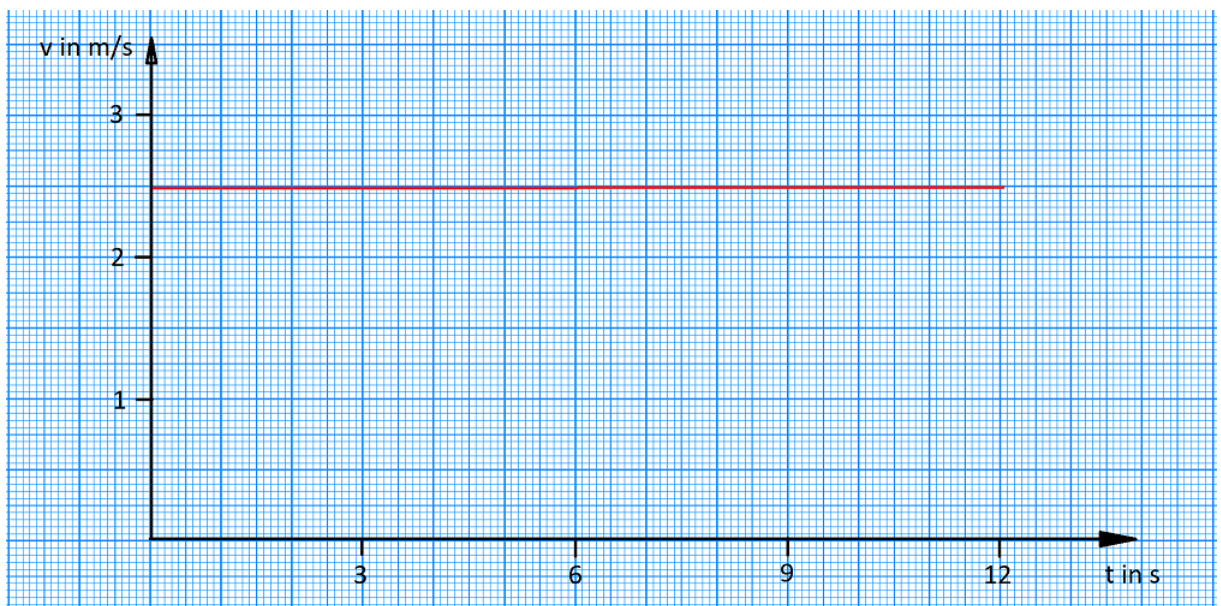


- e) Berechne den Flächeninhalt unter der Geraden im Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm als Rechteckfläche aus den Achsenabschnitten.
- f) Vergleiche deine Werte aus d) und e) mit dem zurückgelegten Weg von Physli nach 12 s laut Weg-Zeit-Diagramm.
- g) Formuliere eine Vermutung, welche physikalische Bedeutung der Flächeninhalt im Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm für eine Bewegung hat.
- h) Gib die Geschwindigkeit von Physlis Rollerfahrt in der Einheit $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ an.



Lösung 250712 — Elektroroller

- a) mit $v = \frac{s}{t}$ folgt: $v(7\text{ s}) = v(12\text{ s}) = v(15\text{ m}) = v(22,5\text{ m}) = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ 2 BE
- b) gleichförmige Bewegung (Fachsprache beachten!) + Begründung 2 BE
- c) Diagramm: 1 BE



- d) $50 \times 120 = 6000$ kleine Kästchen
 $6000 \times 0,005\text{ m} = 30\text{ m}$ 2 BE
- e) $2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 12\text{ s} = 30\text{ m}$ 1 BE
- f) Die in d) und e) berechneten Flächen stimmen mit dem Weg von Physli nach 12 s überein. 1 BE
- g) Der Flächeninhalt im Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm entspricht dem zurückgelegten Weg der Bewegung. 1 BE
- h) $v = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 9 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ 1 BE

$\overline{\Sigma}$ 11 BE

25. Sächsische Physikolympiade

1. Stufe

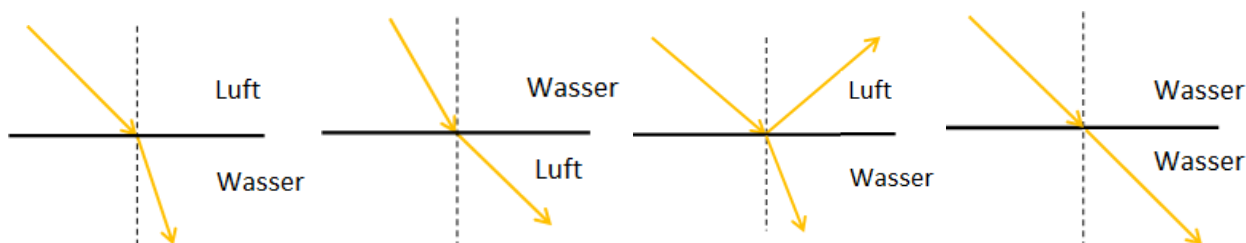
Klassenstufe 7

Lösungsvorschläge – nur für korrigierende Lehrer

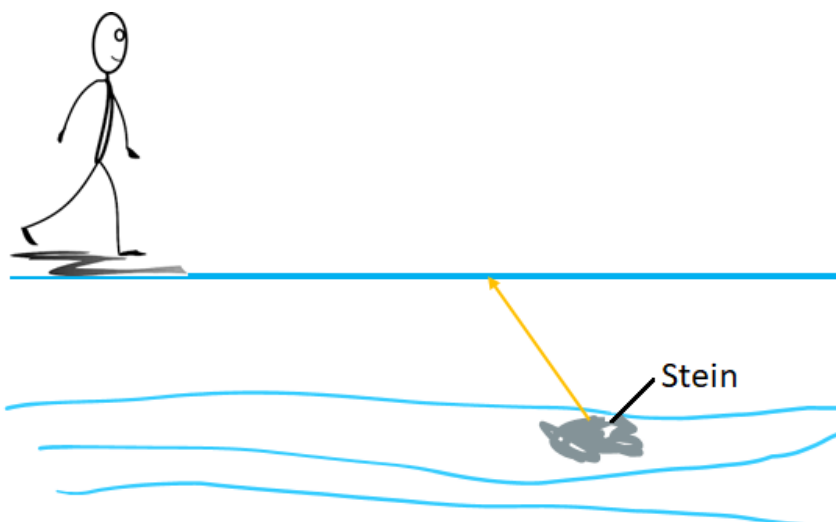
Aufgabe 250713 — Strahlendurchgang

Physli ist aufgefallen, dass im Teich, im Becken beim Baden und auch im Aquarium die Dinge anders aussehen als in der Realität. Er beschließt, sich die Sache mit dem Licht genauer anzusehen.

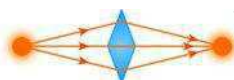
- a) Als erstes sortiert er seine alten Aufzeichnungen aus dem Physikunterricht. Er findet einige gelöste Übungen und überlegt, weshalb er die Strahlen so ergänzt hat. Begründe den Strahlenverlauf in den folgenden vier Skizzen.



- b) Während einer Wanderung sieht Physli im klaren Wasser eines kleinen Teiches Steine. Der Versuch, einige schöne Exemplare herauszuholen, scheitert wiederholt. Das kann nur am Wasser liegen. Der Stein ist sichtbar, weil er Licht reflektiert. Trotzdem gelingt es Physli nicht, den Stein aus dem Wasser zu holen.



Ergänze den Strahlenverlauf und begründe, weshalb Physli wiederholt an die falsche Stelle greift.



- c) Begründe, wie Physli sich hinstellen müsste, um erfolgreicher zu sein.
- d) Physli hat sich einem Tauchverein angeschlossen und übt eifrig. Da das Wasser klar ist, kann er auch einiges von der Umgebung wahrnehmen. Diese erscheint ihm eigenartig verzerrt. Er sieht nur einen kreisförmigen Ausschnitt der Umgebung. Seine Schwester Biologia, die ihn aufmerksam beobachtet, kann er nicht sehen. Im Internet findet er Fotos, die seine Beobachtung bestätigen. Auch in seinen Aufzeichnungen sind Skizzen vorhanden.

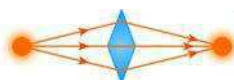


Quelle: <https://www.br.de/alphalernen/faecher/physik/totalreflexion-uebungen-100.html>



Quelle: <https://www.br.de/alphalernen/faecher/ph1>

Beschreibe so genau wie möglich die Beobachtungen des Tauchers.
Finde Begründungen.



Lösung 250713 — Strahlendurchgang

- a) Begründung der Strahlenverläufe, je ein Punkt. 4 BE
- b) Vollständiger Strahlenverlauf einschließlich Einfallslot
Begründung 2 BE
1 BE
- c) Physli müsste sich so hinstellen, dass er senkrecht auf die Wasseroberfläche schauen kann. + Begründung 2 BE
- d) Beschreibung der Beobachtungen 2 BE
Brechung des Lichts an der Grenzfläche Wasser Luft, optische Täuschung, unser Gehirn geht davon aus, dass das Licht sich geradlinig ausbreitet 2 BE
Zusatzpunkt, wenn die Totalreflexion zur Erläuterung genutzt wird.

Σ 13 BE

