

# 21. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2024/2025

## Aufgaben der Endrunde – Klassenstufe 10

Bearbeitungszeit: 180 min

Hilfsmittel: Taschenrechner, Tafelwerk

### Hinweise:

- Jede Aufgabe ist auf einem gesonderten Blatt zu lösen.
- Sollten Sie eine Aufgabe nicht lösen können, so geben Sie bitte ein leeres Blatt mit der entsprechenden Aufgabennummer und dem Text "Nicht gelöst." ab.
- Die Reinschrift ist auf kariertem Papier anzufertigen.
- Entwürfe sind als solche zu kennzeichnen und auf weißem Papier anzufertigen. Sie werden nicht mit zur Bewertung herangezogen.

**Alle Lösungswege sind nachvollziehbar niederzuschreiben. Physikalische Ansätze müssen begründet werden. Die Zahlenwerte der Ergebnisse von Berechnungen sind sinnvoll zu runden.**

### Aufgabe 1: Experiment

(4 Punkte)

Ein Güterzug fährt ungebremst gegen einen umgestürzten Baumstamm, der quer über den Schienen liegt.

- Beschreiben Sie die Bewegung der Ladung des Zuges nach dem Aufprall.
- Erklären Sie Ihre Beobachtung physikalisch unter Berücksichtigung der Newtonschen Axiome.

### Aufgabe 2: Geschliffene Diamanten

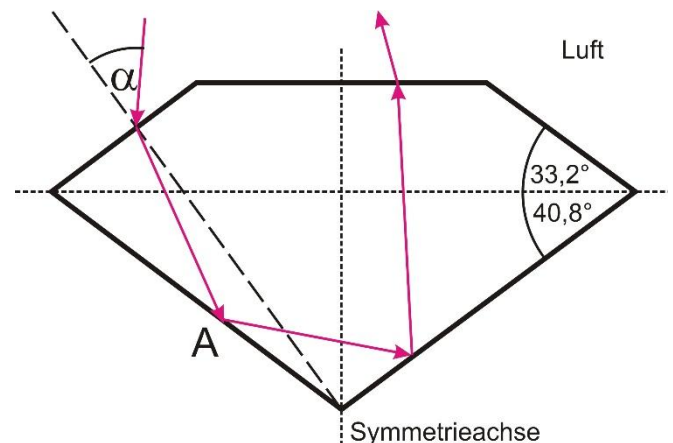
(10 Punkte)

Geschliffene Diamanten sind als Schmucksteine sehr begehrt. Durch den hohen Brechungsindex und die Anordnung der Oberflächen wird ein hoher Anteil des einfallenden Lichtes total reflektiert.

- Nennen Sie allgemein die Bedingung für das Auftreten von Totalreflexion und leiten Sie die Gleichung zur Bestimmung des Grenzwinkels der Totalreflexion aus dem Brechungsgesetz her.
- Ein Bündel weißen Lichts trifft, wie in der Abbildung dargestellt, unter dem Winkel  $0 < \alpha < 90^\circ$  auf den Diamanten. Der Grenzwinkel der Totalreflexion beträgt  $24,08^\circ$  für violettes Licht und  $24,55^\circ$  für rotes Licht.

Weisen Sie nach, dass es für jeden Winkel  $\alpha$  an der Fläche A zur Totalreflexion kommt.

- Der violette Lichtanteil durchläuft den Diamanten gemäß der nebenstehenden Abbildung. Übernehmen Sie die Abbildung und skizzieren Sie den Strahlenverlauf des roten Lichtanteils bis zum Wiederaustritt aus dem Diamanten. Die spektrale Zerlegung muss erkennbar sein.



### Aufgabe 3: Sandkörner

(9 Punkte)

Ein zylinderförmiges Gefäß mit kreisförmigem Querschnitt und einem Innendurchmesser von 16 cm ist bis zu einer Höhe  $h$  mit Wasser gefüllt. Nun werden einige Eiswürfel, in denen kleine Sandkörner eingefroren sind, in das Gefäß gegeben. Anfänglich schwimmen alle Eiswürfel auf der Wasseroberfläche und die Wasserhöhe steigt um  $\Delta h_1 = 10$  cm. Mit der Zeit schmelzen alle Eiswürfel und der Sand sinkt auf den Gefäßboden. Die Wasseroberfläche sinkt relativ zum Maximalwert um  $\Delta h_2 = 0,5$  cm.

Bestimmen Sie die Masse des Eises und die Masse des Sandes.

Die Dichte des Sandes beträgt  $\rho = 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

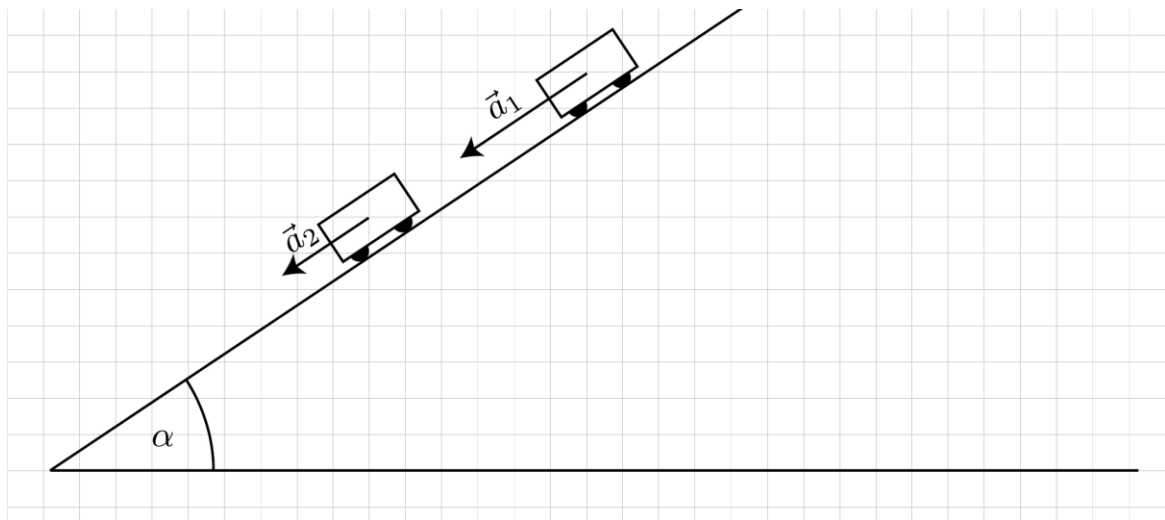
**21. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2024/2025**  
**Aufgaben der Endrunde – Klassenstufe 10**

**Aufgabe 4: Rollenfahrbahn**

**(10 Punkte)**

Der Rollreibungskoeffizient auf einer Fahrbahn soll experimentell bestimmt werden. Die Fahrbahn wird als geneigte Ebene aufgestellt. Der Wagen misst die Geschwindigkeit in Abhängigkeit von der Zeit. Die Messung wird gestartet. Der Wagen wird angestoßen. Er rollt die Steigung hoch und ohne irgendwo einen Stoß zu erfahren, rollt er wieder hinab.

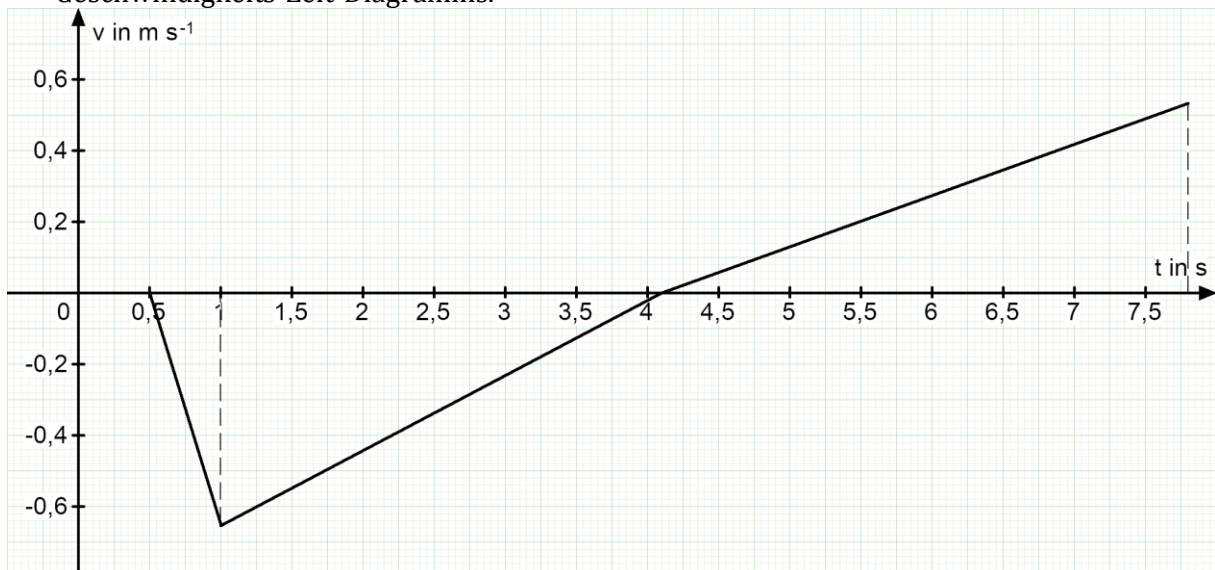
- a) Die nachfolgende Skizze zeigt nicht maßstabsgerecht den Wagen beim Hoch- bzw. Runterrollen. Entscheiden Sie, welche der beiden Wagen das Hoch- bzw. Runterrollen darstellen und begründen Sie mit Hilfe der wirkenden Kräfte ihre Entscheidung. Skizzieren Sie für beide Wagen die Kräfte längs der Bahn.



- b) Zeigen Sie mit Hilfe geeigneter Kraftgleichungen, dass folgende Gleichung für den Reibungskoeffizienten gilt:

$$\mu = \frac{a_1 - a_2}{2g \cos(\alpha)}$$

- c) Berechnen Sie den Rollreibungskoeffizienten mit Hilfe der gegebenen Formel und des Geschwindigkeits-Zeit-Diagramms.



**21. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2024/2025**  
**Aufgaben der Endrunde – Klassenstufe 10**

**Aufgabe 5: Schaltung von Studiolampen**

**(10 Punkte)**

In einem Aufnahmestudio sind vier Lampen so geschaltet, dass sie alle mit der gleichen Helligkeit  $H_1$  leuchten. Sollte eine Lampe ausfallen, müssen die verbleibenden drei Lampen weiterhin gleich hell, jedoch mit einer Helligkeit von  $H_2$  ( $H_1 \neq H_2$ ) leuchten. Um die Gesamthelligkeit des Systems anzupassen, ist ein verstellbarer ohmscher Widerstand (regelbar von 0 bis  $50 \Omega$ ) als Vorwiderstand in der Schaltung integriert.

- a) Erstellen Sie einen Schaltplan, der die beschriebene Anordnung der Lampen und den verstellbaren Widerstand darstellt.
- b) Ein Studiotechniker hat eine Idee: Sollte eine Lampe ausfallen, bringe ich den verstellbaren Widerstand in die Mittelstellung, um die restlichen Lampen mit derselben Stromstärke wie zuvor zu versorgen. Berechnen Sie den Wert, welchen der verstellbare Widerstand haben muss, wenn alle vier Lampen noch funktionieren.  
Hinweis: Der Widerstand der Lampen bleibt unabhängig von ihrer Betriebstemperatur konstant.
- c) Wird die Helligkeit der verbleibenden drei Lampen beeinflusst, wenn eine Lampe ausfällt und der Widerstand gemäß Punkt b) angepasst wird? Begründen Sie Ihre Antwort.