

**18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2021/2022**  
**Aufgaben der Endrunde - Klassenstufe 8**

**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**

**(3 Punkte)**

Zwei Messbecher sind unterschiedlich hoch mit Wasser gefüllt. Durch zwei identische Glasrohre wird Luft an die Böden geblasen. Im ersten Teilversuch wird sehr vorsichtig geblasen. Im zweiten Teilversuch wird kräftig geblasen.

- a) Was kann in beiden Teilversuchen jeweils im Wasser beobachtet werden?
- b) Erklären Sie Ihre Beobachtungen physikalisch.

**Aufgabe 2: Moderne Pkw-Antriebe**

**(10 Punkte)**

In Bezug auf die anstehende Verkehrswende wird in den Medien oft die Frage gestellt: Wasserstoffauto oder Elektroauto? Mit Wasserstoffautos sind damit gemeinhin Pkw gemeint, die ihre Energie aus einer Brennstoffzelle beziehen.

- a) Die Batterie eines modernen Elektroautos kann eine Energie von 80 kWh speichern. Berechnen Sie den Verbrauch dieses Autos pro 100 km, wenn es mit den gespeicherten 80 kWh bei durchschnittlicher Fahrweise 450 km weit kommt.
- b) Die Batterien von Elektrofahrzeugen sollen möglichst nicht ganz entladen, aber auch nicht ganz vollgeladen werden. Berechnen Sie die anfallenden Stromkosten, wenn die Batterie von 10% auf 90 % geladen wird, der Ladewirkungsgrad 92 % beträgt und eine Kilowattstunde an einer städtischen Ladesäule 42 Cent kostet.
- c) Der Tank eines ähnlich großen und schweren Brennstoffzellenautos fasst 5,6 kg komprimierten Wasserstoff. Das Auto kommt damit 590 km weit. Für die Herstellung von 1 kg Wasserstoff mittels Elektrolyse wird allerdings eine elektrische Energie von 45 kWh benötigt. Berechnen Sie den Aufwand an elektrischer Energie in kWh, um mit diesem Auto 100 km weit zu kommen. Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem aus Aufgabe a).

**Aufgabe 3: Expresszüge**

**(9 Punkte)**

Der Expresszug Black Mary ist gemächlich mit einer Geschwindigkeit von  $11,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  unterwegs. 4 km vor ihm übersieht der Lokführer des Sunrise Express ein Signal und biegt mit  $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  auf dieselbe eingleisige, schnurgerade Strecke ein. In der Dunkelheit der Nacht erkennen beide erst in einem Abstand von 600 m voneinander, dass sie auf eine Katastrophe zu rasen und beginnen sofort gleichzeitig zu bremsen. Sie schaffen es gerade noch, ihre Züge zum Stehen zu bringen.

- a) Berechnen Sie die Strecke, die Black Mary ab dem Einbiegen des Sunrise Express noch fährt, bevor er zu bremsen beginnt.
- b) Hätte Black Mary eine Lampe und beide Züge einen Spiegel an ihrer Vorderseite, so würde das Licht zwischen beiden Zügen hin und her rasen. Ermitteln Sie die Strecke, die das Licht in der Zeit vom Einbiegen des Sunrise Express bis zum Beginn des Bremsvorganges zurücklegen würde.

**18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2021/2022**  
**Aufgaben der Endrunde - Klassenstufe 8**

- c) Der Bremsweg eines mit der Geschwindigkeit  $v$  fahrenden Zuges berechnet sich nach der Formel  $s = \frac{1}{2} v t_B$ , wobei  $t_B$  die Zeit vom Beginn des Bremsvorgangs bis zum Stillstand ist. Wie viel Zeit haben beide Züge zum Bremsen, wenn sie gleichzeitig und direkt voreinander zum Stehen kommen sollen?

**Aufgabe 4: Kon-Tiki**

**(12 Punkte)**

Der norwegische Archäologe Thor Heyerdahl stellte in den 1940er Jahren die Theorie auf, dass es den südamerikanischen Ureinwohnern bereits vor der Entdeckung Amerikas durch Columbus möglich gewesen sei, mittels Floß von Südamerika aus über den Pazifik bis nach Polynesien zu segeln.

Zum Nachweis seiner Theorie unternahm Heyerdahl im Jahre 1947 zusammen mit fünf weiteren Personen und einem Papagei seine sogenannte Kon-Tiki-Expedition.

Die Reise Heyerdahls begann am 28. April 1947 und endete nach 101 Tagen am 7. August 1947 mit dem Erreichen der polynesischen Inseln. Insgesamt hatten Heyerdahl und seine Besatzung damit 4300 Seemeilen zurückgelegt.



- a) Berechnen Sie die Durchschnittsgeschwindigkeit des Floßes in  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Eine Seemeile entspricht 1,852 km.
- b) Das bei der Expedition verwendete Floß, das im Wesentlichen aus Balsaholz mit einer Dichte von  $0,15 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  bestand, war 13 m lang, 5,5 m breit und 60 cm hoch (ohne Aufbauten wie Segel und Hütte). Berechnen Sie das Volumen und die Masse des Floßes. Dieses soll näherungsweise als Quader betrachtet werden.
- c) Aufgrund der Reisedauer durfte eine entsprechende Menge an Süßwasservorräten und Proviant nicht fehlen. Hinzu kam ein hüttenähnlicher Aufbau auf dem Floß, in dem sich die Besatzung nachts oder bei Schlechtwetter aufhalten konnte. Berechnen Sie, wie tief das Floß ins Wasser (bei vernachlässigbarem Seegang) eintauchte, wenn die Gesamtmasse aus Besatzung, Proviant und sonstigen Aufbauten 2,4 Tonnen betrug. Die Dichte von Salzwasser beträgt  $1,02 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ .
- d) Nach einer gewissen Anzahl von Reisetagen ragte das Floß aufgrund des bis dahin verbrauchten Proviantes 1 cm mehr aus dem Wasser. Wie lange war das Floß bis dahin unterwegs, wenn jedes der 6 Besatzungsmitglieder pro Tag 0,5 kg Proviant und 1,5 Liter Süßwasser zu sich nahm, um ihr Körpergewicht konstant zu halten?

**Aufgabe 5: Stoßfuge**

**(13 Punkte)**

Um die Längenänderung von Eisenbahnschienen bei Erwärmung auszugleichen hat man früher etwas Platz zwischen benachbarten Schienenstücken gelassen. Man nennt das eine Stoßfuge. Eine solche Stoßfuge zwischen zwei anfänglich  $l_0 = 25$  m langen Schienenstücken verengt sich bei Erwärmung von  $5^\circ\text{C}$  auf  $23^\circ\text{C}$  um 30% ihres Anfangswertes.

- a) Bei welcher Temperatur schließen sich die Schienen völlig zusammen und wie groß ist die anfängliche Breite  $x$  der Fuge (d.h. bei  $5^\circ\text{C}$ )?  
Stahl ändert seine Länge bei Erwärmung um 1 K um 0,0014%. Anders gesagt, der sogenannte Ausdehnungskoeffizient beträgt  $\alpha = 1,4 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{K}} = 0,000014 \frac{1}{\text{K}}$
- b) Pro Meter wiegt eine Schiene 49,05 kg. Geben Sie die Gesamtmasse eines Schienenstücks der Länge  $l_0 = 25$  m an.
- c) Wenn die Sonne günstig steht, wird nur die 67 mm breite Lauffläche der Schiene von der Sonne beschienen. Im Hochsommer kann die Sonnenstrahlung dann 812 J pro Sekunde und Quadratmeter an die Schiene abgeben.

**18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2021/2022**  
**Aufgaben der Endrunde - Klassenstufe 8**

Nach welcher Zeit würde sich die Breite der Stoßfuge um 0,4 cm verringern, wenn ausschließlich die Sonneneinstrahlung betrachtet werden soll und die Wärmeabgabe an die Umgebung bereits berücksichtigt ist?