

**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2020/2021**  
**Runde 1 – Aufgaben der Klassenstufe 10**

Wichtiger Hinweis: Die Aufgabenblätter sind nach der Bearbeitungszeit mit abzugeben!

Bearbeitungszeit: 180 min

Hilfsmittel: Taschenrechner, Tafelwerk

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

**Aufgabe 1: Zwei Läufer und eine Radfahrerinnen (14 Punkte)**

- a) Ein Läufer macht einen Trainingslauf von insgesamt 12 Minuten Dauer. Er beginnt den Lauf mit einer Anfangsgeschwindigkeit von  $3,5 \frac{m}{s}$ . Nach jeweils 3 Minuten steigert er seine Geschwindigkeit um  $\frac{1}{7}$  der Anfangsgeschwindigkeit. Am Ende des ersten Intervalls wird der Läufer von einer Radfahrerinnen überholt, die konstant mit  $4,2 \frac{m}{s}$  radelt. Ermitteln Sie die Entfernung des Läufers vom Start, wenn er die Radfahrerinnen einholt. Hinweis: Die Beschleunigungsphasen sind sehr kurz und können vernachlässigt werden.
- b) Ein Kurzstreckenläufer legt die Strecke von 100 m in 12 s zurück, davon die ersten 20 m gleichmäßig beschleunigt und den Rest mit gleichförmiger Geschwindigkeit. Bestimmen Sie die erreichte Höchstgeschwindigkeit und Beschleunigung.

**Aufgabe 2: Poolheizung (12 Punkte)**

Um auch im Winter eine angenehme Badetemperatur im Swimmingpool zu erreichen, überlegt Familie Kraul ein Heizsystem für das unangenehm kalte Poolwasser anzuschaffen. Dieses Heizsystem soll aus einem wassergefüllten Aluminiumrohr bestehen, das auf dem gesamten Garagendach mehrmals gewunden montiert wird. Durch die Einstrahlung der Sonne wird das enthaltene Wasser erhitzt. Dieses erwärmte Wasser soll dem Pool über einen Wasserkreislauf zugeführt werden. Das Rohrsystem hat eine Fläche von  $A_{Rohr} = 24 m^2$ , die von der Sonne bestrahlt wird.

- a) Berechnen Sie die Wassermenge in  $m^3$ , die das Rohrsystem fassen kann. Insgesamt sind auf dem Dach 240 m Rohr verbaut. Die Rohre haben einen Innendurchmesser von 10 cm und einen Außendurchmesser von 10,2 cm.
- b) Der Pool enthält  $100 m^3$  Wasser mit einer Temperatur von  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ . Das Wasser im Rohr sei auf  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  erwärmt. Nun wird das Wasser aus dem Rohr mithilfe einer Pumpe in den Pool befördert. Zeitgleich wird dem Pool an anderer Stelle dieselbe Wassermenge entnommen und das Rohrsystem erneut mit kaltem Wasser gefüllt. Welche Mischtemperatur stellt sich ein, wenn man vernachlässigt, dass sowohl die Luft der Umgebung als auch die Begrenzung des Pools Wärme aufnehmen? Berechnen Sie.
- c) Das in die Aluminiumrohre nachströmende kalte Wasser muss erneut erwärmt werden. Familie Kraul stellt sich die Frage, wie lange es dauert, das Wasser wieder bis auf  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  zu erwärmen. Ursächlich für die Erwärmung des Wassers ist die Einstrahlung der Sonne. Es wird eine Strahlungsleistung (auch: Solarkonstante) von  $E_{Sonne} = 1025 \frac{W}{m^2}$  angenommen. Berücksichtigt werden soll, dass neben dem Wasser auch das Rohrsystem aus Aluminium ausgehend von derselben Anfangstemperatur  $\vartheta = 10 \text{ }^\circ\text{C}$  mit erwärmt wird. Berechnen Sie die dafür benötigte Zeit  $t$ .
- d) Zu guter letzt kommen Frau Kraul Bedenken, dass die Belastung des Garagendaches durch das zusätzliche Gewicht zu groß sein könnte. Im Datenblatt des Garagenherstellers findet Herr

**17. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2020/2021**  
**Runde 1 – Aufgaben der Klassenstufe 10**

Kraul die Angabe, dass eine sichere Statik nur bis zu einer Belastung von  $120 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$  gewährleistet ist. Wird dieser Grenzwert durch die Rohrkonstruktion eingehalten?

Hinweis: Für die Abschätzung der maximalen Belastung kann mit Rohr an Rohr gerechnet werden.

**Aufgabe 3: Neopren**

**(9 Punkte)**

Sporttaucher benutzen oft Anzüge aus dem Material Neopren. Dieser Stoff besteht aus Kautschuk, in das zur Wärmeisolierung kleine Luftbläschen eingeschäumt sind. Eine solche Jacke hat eine Gewichtskraft von 12 N und in einer Wassertiefe von 5 m eine Dichte von  $0,31 \text{g/cm}^3$ .

- a) Berechnen Sie das Volumen solch einer Jacke in 5 m Tiefe.
- b) Ermitteln Sie die Auftriebskraft, die in dieser Wassertiefe auf einen Taucher durch die Neoprenjacke wirkt.
- c) Der Taucher will diesen Auftrieb durch ein geeignetes Stück Blei kompensieren. Berechnen Sie die Masse dieses Bleistücks.
- d) Entscheiden Sie, ob der Taucher ein größeres, gleiches oder kleineres Stück Blei braucht, um in 10 m Wassertiefe den Auftrieb der Jacke zu kompensieren. Begründen Sie Ihre Entscheidung.

**Aufgabe 4: Elektroauto**

**(8 Punkte)**

- a) Im Batteriemodul eines Elektroautos ist laut Hersteller elektrische Energie in der Höhe von 100 kWh gespeichert. Wie lange würde es dauern die Batterie über einen normalen Stromnetzanschluss im Haus mit 230V/10A vollständig zu laden, wenn wir dafür einen Wirkungsgrad von 100 % annehmen?
- b) Auf dem Weg in den Urlaub findet Familie Grün beim Rasten eine Ladesäule der älteren Generation mit 11 kW. Das Batteriemodul habe zu Beginn des Ladevorgangs einen Ladestatus von 10%. Als der Batterieladestand 40% anzeigt, wird direkt daneben eine etwas schnellere Ladesäule mit 22 kW frei und die restlichen 60% werden an dieser Säule geladen. Wie lange dauert der vollständige Ladevorgang? Der Ladestrom soll als konstant angenommen werden.
- c) Berechnen Sie wie weit das Auto fahren kann, wenn der Wirkungsgrad des Motors 90% beträgt. Das Fahrzeug soll auf einer ebenen Teststrecke mit konstanter Geschwindigkeit fahren. Die dabei auf das Fahrzeug wirkende Reibungskraft beträgt 0,85 kN.