

18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2021/2022

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

(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: James Bond im Burj Khalifa

(10 Punkte)

Der Burj Khalifa ist ein Wolkenkratzer in Dubai (Vereinigte Arabische Emirate). Er ist das höchste Bauwerk der Welt, besitzt weltweit die meisten Stockwerke und auch das höchstgelegene nutzbare Stockwerk. Im Januar 2009 wurde die Endhöhe von 828 Metern erreicht. Das Gebäude wurde am 4. Januar 2010 eingeweiht. Mit einer maximalen Fahrstuhlgeschwindigkeit von $36 \frac{km}{h}$ belegt das Bauwerk lediglich Platz drei.

In einem neuen „James-Bond-Film“ muss James auf dem Fahrstuhldach nach unten fahren. Er wartet im Fahrstuhlschacht des Burj Khalifa bis das Fahrstuhldach auf gleicher Höhe mit ihm ist. In diesem Moment macht er einen Schritt, um auf das Dach des Fahrstuhls zu gelangen.

Es wird angenommen, dass die Fahrstuhlgeschwindigkeit konstant

$$v_F = 30 \frac{km}{h} \text{ beträgt.}$$

Der Luftwiderstand kann während der kurzen Flugzeit vernachlässigt werden.

- a) Berechnen Sie die Fallzeit bis James auf dem Dach des Fahrstuhls aufsetzt.
- b) Berechnen Sie den dabei zurückgelegten Weg.
- c) Entscheiden Sie durch eine Rechnung, ob er den Aufprall auf das Fahrstuhldach aushält. Aus Trainingssprüngen ist bekannt, dass er Sprüngen aus 4 m Höhe gerade noch standhielt.



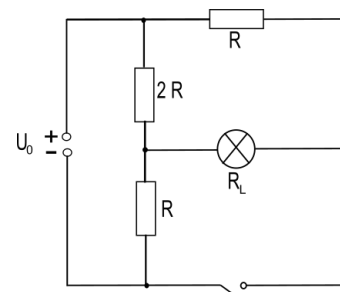
Aufgabe 3: Ein besonderer Stromkreis

(10 Punkte)

Tina zeigt Paul stolz den abgebildeten Stromkreis und meint, dass er eine Besonderheit aufweist. Paul schaut den Stromkreis interessiert an und sagt nach einer Weile, dass ihm nichts Besonderes auffällt. Tina behauptet nun, dass die Lampe bei geöffnetem und bei geschlossenem Schalter gleich hell leuchtet.

Angaben zur Schaltung: $U_0 = 54 V$; $R = 90 \Omega$; $R_L = 30 \Omega$ (konst).

Untersuchen Sie rechnerisch, ob Tina mit ihrer Behauptung recht hat, indem Sie jeweils die Spannung U_L über der Glühlampe berechnen.



18. Physikolympiade des Landes Sachsen-Anhalt 2021/2022

Aufgaben der Endrunde – Klassenstufe 10

Aufgabe 4: Solarkonstante

(10 Punkte)

Die Sonne gibt Energie in Form von Strahlung in allen Richtungen ab. Als Solarkonstante S_0 bezeichnet man die langjährig gemittelte Bestrahlungsstärke der Sonne, die bei mittlerem Abstand Erde–Sonne, ohne den Einfluss der Atmosphäre, senkrecht zur Strahlrichtung auf die Erde auftrifft. Der Mittelwert für die Solarkonstante wurde 1982 von der Weltorganisation für Meteorologie in Genf festgelegt auf $S_E = 1367 \frac{W}{m^2}$.

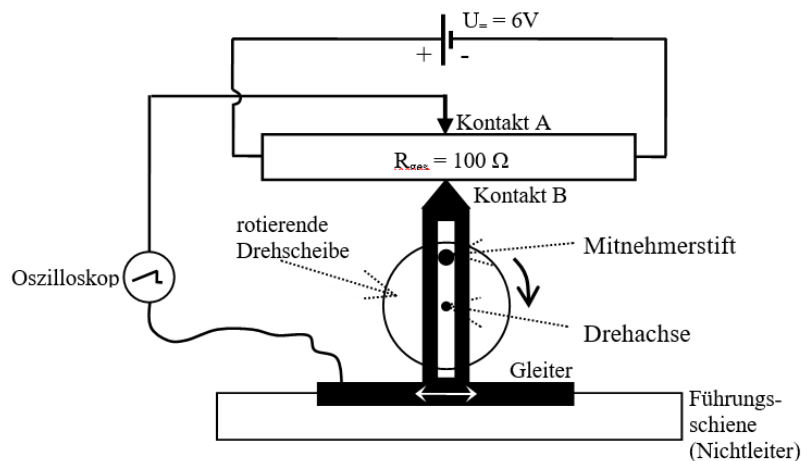
- Berechnen Sie aus der Solarkonstante die Strahlungsleistung der Sonne.
- Berechnen Sie die Solarkonstante für den Planeten Merkur.
- An einem kalten 21. März (Frühlingsanfang, d.h. die Sonne trifft senkrecht auf den Äquator) befindet sich auf einer Pfütze in Magdeburg (52° nördliche Breite, 12° östliche Länge) um die Mittagszeit eine 0,2 cm dicke Eisschicht (Dichte von Eis: $0,917 \frac{g}{cm^3}$).

Berechnen Sie die Zeit, bis diese Eisschicht geschmolzen ist. Nehmen Sie an, dass bei einer konstanten Außentemperatur von $0^\circ C$ ein Fünftel der ursprünglichen Strahlungsenergie der Sonne in Bodennähe ankommt und für den Schmelzvorgang zur Verfügung steht.

Aufgabe 5: Spannungswechsel

(10 Punkte)

Ein Gleiter wird von einer rotierenden Drehscheibe so angetrieben, dass er eine horizontale Hin- und Herbewegung auf einer isolierten Schiene ausführt. Der Gleiter selbst ist aus leitendem Material, hat Kontakt zu R_{ges} bei B und ist über einen beweglichen Verbindungsleiter mit dem Oszilloskop (Messgerät, das den zeitlichen Verlauf von Spannungen auf einem Bildschirm sichtbar macht) verbunden. Kontakt A wird



nicht mit dem Gleiter bewegt, ist fest mit der Mitte des 12cm langen Drahtwiderstandes R_{ges} verbunden und führt zum Pluspol des Oszilloskops, das den zeitlichen Verlauf der Spannung zwischen den Kontakten A und B anzeigt. Die Drehscheibe samt Antrieb hat zudem keinen elektrischen Kontakt zum Stromkreis. Zum Startzeitpunkt der Messung befindet sich der Mitnehmerstift ganz oben. Die Kontakte A und B stehen sich genau gegenüber, der Widerstand zwischen ihnen sei 0Ω . Der Abstand des Mitnehmerstiftes zur Drehachse der Drehscheibe beträgt 3,0 cm. Die Drehscheibe drehe sich gleichmäßig 300 Mal pro Minute im Uhrzeigersinn.

- Geben Sie an, wie diese Hin- und Her-Bewegung des Gleiters physikalisch genannt wird.
- Geben Sie eine Funktionsgleichung des bei A und B abgegriffenen Spannungsverlaufs an und fertigen Sie ein U-t-Diagramm für $0 \leq t \leq 0,5$ s an. Berechnen Sie dazu alle erforderlichen Größen.
- Angenommen, der Kontakt A wird nun so befestigt, dass er sich 3 cm links von der Mittellage des Widerstandes befindet. Gleichzeitig wird die Polung des Oszilloskops umgekehrt, sodass Kontakt A nun mit dem Minuspol des Oszilloskops und Kontakt B mit dem Pluspol verbunden sind. Die Startsituation der Drehscheibe sei gleich der bei b). Zeichnen Sie hierfür den Spannungsverlauf für $0 \leq t \leq 0,5$ s in ein U-t-Diagramm ein.