30. PHYSIKOLYMPIADE DES LANDES THÜRINGEN 2020/2021
AUFGABEN 1. Runde – KLASSENSTUFE **12** –

Die Aufgabenlösungen sind bis zum 02.11.2020 an den Physik-Lehrer abzugeben, welcher sie korrigiert und die Ergebnisse bis 03.12.2020 an den regionalen Organisator der 2. Runde sendet.
Die Teilnehmer mit den besten Ergebnissen werden dann zur 2. Runde am 04.02.2021 eingeladen.
Die Sieger aus Runde 2 qualifizieren sich zur Endrunde am 15.04.2021 in Jena.

Aufgabe 30.1.12.1 „Kabellos das Smartphone laden“ (10 Punkte)

Kabellos laden ist im Trend. Die Argumente der Hersteller dieser Technik sind vielfältig: kein Kabelsalat mehr auf dem Schreibtisch, schonender für den Akku, bequemer… Aber wie funktioniert diese Technik?
Eine induktive Ladestation erzeugt auf ihrer Oberseite ein sich zeitlich änderndes magnetisches Feld. Die Flussdichte ändert sich wie in Abbildung 1 dargestellt und mit der Frequenz f = 142,9 kHz. Im Smartphone ist eine Empfangsspule mit 15 Windungen (Abbildung 2) enthalten. Diese ist über diverse Elektronik, z.B. eine Zwei-Wege-Gleichrichtung an den Akku des Smartphones angeschlossen.

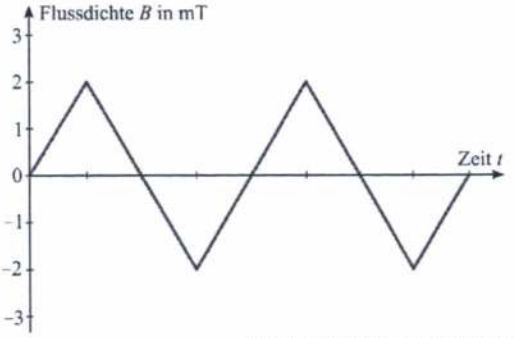

Abb. 1: B(t)-Kurve Ladestation

a) Zeichnen Sie ein quantitatives $U_{Ind}(t)$-Diagramm für die Spannung in der Empfangsspule. Verwenden Sie den in Abbildung 1 dargestellten Zeitraum.
Tipp: Nutzen Sie den CAS oder eine Tabellenkalkulationssoftware.
b) Der Wirkungsgrad dieser Anordnung ist keinesfalls 100%, u.a. weil ein Eisenkern zur Kopplung von Sende- und Empfangsspule fehlt. Gehen Sie von einem Wirkungsgrad von $\eta = 0{,}6$ aus und zeichnen Sie die damit korrigierte $U_{Ind}(t)$-Kurve mit in das Diagramm von a).
c) Begründen Sie, warum es sinnvoll ist, für die Veränderung der Flussdichte ein Dreiecksignal zu wählen und nicht etwa eine Sinuskurve.
d) In der Ladestation befindet sich die Sendespule, darauf legt man das Smartphone mit der Empfangsspule. Oberhalb der Empfangsspule befindet sich eine dünne, ferromagnetische Folie. Erklären Sie die Funktion dieser Folie.

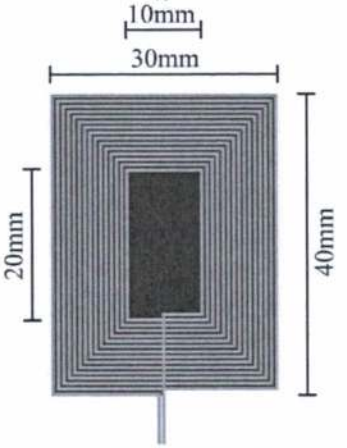

Abb. 2: Empfangsspule mit ferromagnetischer Schicht

Aufgabe 30.1.12.1 „Hebung“ (10 Punkte)

Zwei oben offene zylindrische Gefäße mit gleichem Querschnitt (A = 200 cm²) stehen miteinander in Verbindung und sind zum Teil mit Wasser gefüllt. Im linken Gefäß befindet sich 60 cm über dem Wasserspiegel ein dicht schließender Kolben, der so weit hineingedrückt werden soll, dass das Wasser rechts um 25 cm steigt (vgl. Abb. 3).
Bei diesem isothermen Vorgang muss Wärme abgeführt und Arbeit aufgewendet werden. Die Masse des Kolbens und die Bildung von Wasserdampf soll vernachlässigt werden. (Äußerer Luftdruck p = 1,0 bar)

a) Leiten sie die Gleichung zur Berechnung der abzuführenden Wärme her!
b) Berechnen Sie die Wärmemenge die dabei abgeführt und werden muss und welche Arbeit aufzuwenden ist.

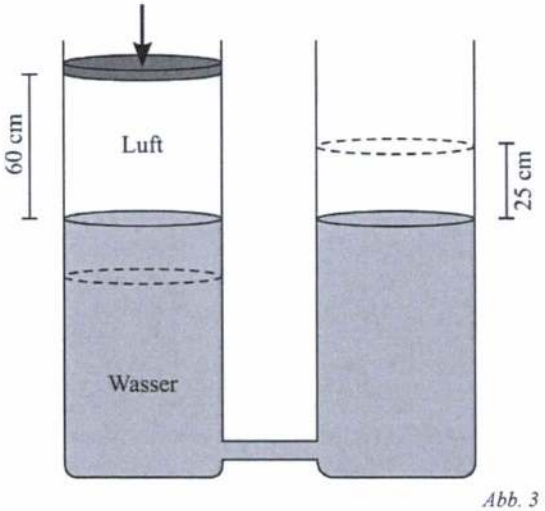

Abb. 3

Aufgabe 30.1.12.3 „Wo Licht ist, ist auch Schatten“ (10 Punkte)

Führen Sie folgendes Experiment durch: Stellen Sie an einem sonnigen Tag eine scharfkantige Karteikarte im Abstand d vor ein weißes Brett (o.ä.). Der Schatten der Karte muss auf die Wand fallen. Richten Sie das Brett dabei so aus, dass die Sonnenstrahlen senkrecht auf das Brett auftreffen.
Strecken Sie den Zeigefinger aus und halten Sie diesen zunächst oberhalb der Karte. Verringern Sie den vertikalen Abstand zwischen Finger und Karte langsam.

a) Beschreiben und erklären Sie ihre Beobachtungen.
b) Nutzen Sie dieses Experiment, um aus Ihren Beobachtungen den Winkeldurchmesser $\delta_{\odot}$ der Sonne abzuschätzen. Als weitere Hilfsmittel können Sie ein Lineal bzw. Zollstock und Millimeterpapier verwenden.
c) Geben Sie die absoluten und relativen Fehler Ihrer Messgrößen an und ermitteln Sie beides auch für $\delta_{\odot}$. Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem Literaturwert ($\delta_{\odot,\mathrm{Lit}} = 32'$).

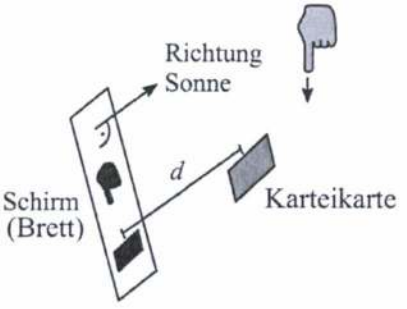

Abb. 4: Versuchsaufbau Experiment. Wichtig ist die Reihenfolge der Objekte: Schirm, Karte, Finger, Sonne.

Aufgabe 30.1.12.4 „Drehschemel“ (10 Punkte)

Chantalle und ihr Freund experimentieren mit einem Drehschemel aus dem Physikraum. Zunächst stellten sie fest, dass sich die Drehzahl ändert, wenn man während der Rotation die Arme ausstreckt bzw. wieder an den Körper heranzieht. Bei einem zweiten Experiment nahm Chantalle eine schwingende Stimmgabel (440 Hz) mit auf den Schemel. Dabei stellten sie eine Frequenzänderung um 4 Hz fest, wenn sich Chantalle direkt auf das Mikrophon zubewegte.

a) Erklären Sie qualitativ, wie es zu einer Änderung der Drehzahl kommt.
b) Berechnen Sie mit welcher Drehzahl der Schemel beim zweiten Experiment rotierte. Der Abstand Stimmgabel-Drehachse beträgt $r = 65$ cm. Leiten Sie die zur Lösung dieser Teilaufgabe benötigte Gleichung her.

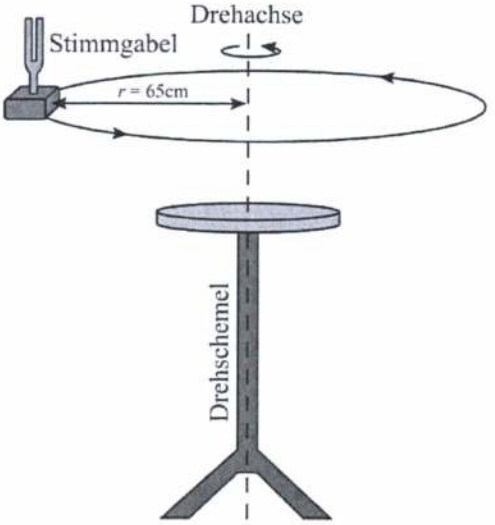

Abb. 5