



Aufgaben der 1. Runde

Gib deine Lösungen bis zum 09.11.2021 bei deinem Physiklehrer ab, welcher sie korrigiert und die Ergebnisse bis 03.12.2021 an den regionalen Organisator der 2. Runde sendet.

Die Teilnehmer mit den besten Ergebnissen werden dann zur 2. Runde am 03.02.2022 eingeladen. Die Sieger aus Runde 2 qualifizieren sich zur Endrunde am 07.04.2022 in Erfurt.

Viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben!

Aufgabe 31.1.12.1

„Formel-1-Sound“

(12 BE)

Ein Formel-1-Bolid verlässt zum Zeitpunkt $t = 0$ die Coca-Cola-Kurve mit $v = 180$ km/h. Auf der Start- und Zielgeraden beschleunigt er zunächst für $\Delta t_1 = 5$ s gleichmäßig mit $a_1 = 6$ m/s². Danach fährt er gleichförmig, bis er ab dem Zeitpunkt $t_2 = 11$ s wieder abbremst.

Ein Zuschauer verfolgt die Fahrt des Rennwagens von der Tribüne aus. Er befindet sich 600 m von der Coca-Cola-Kurve entfernt und hat einen Abstand von 30 m zur Fahrbahn. Der Zuschauer hört den typischen Sound eines vorbeifahrenden Rennwagens, denn das Motorengeräusch ($f_0 = 1175$ Hz) wird durch den Doppler-Effekt in charakteristischer Weise verändert.

a) Berechnen Sie die vom Zuschauer wahrgenommene Frequenz f in Zeitschritten von $\Delta t = 1,0$ s beginnend bei $t = 0$ bis zum Zeitpunkt $t_2 = 11$ s. Stellen Sie die Veränderung der Frequenz in Abhängigkeit der Zeit grafisch dar.

Achten Sie darauf Ihren Lösungsweg nachvollziehbar darzustellen!

Gerne können Sie eine Tabellenkalkulationssoftware zum Lösen dieser Aufgabe nutzen! Verwenden Sie die Schallgeschwindigkeit $c = 344$ m/s.

b) Beim Beschleunigen verändert sich das Motorengeräusch – die Frequenz des Motors nimmt zu. Skizzieren Sie in Ihr Diagramm aus a) qualitativ den Verlauf der f - t -Kurve, wenn die Frequenz f_0 erst bei der maximalen Geschwindigkeit erreicht wird.

c) Markieren Sie im f - t -Diagramm den Zeitpunkt t_Z , wenn der Formel-1-Bolid genau am Zuschauer vorbeifährt und erklären Sie die Besonderheit dieses Punktes!



Aufgabe 31.1.12.2

„Kondensator“

(8 BE)

Ein Lehrer will im Unterricht das Laden und Entladen eines Kondensators vorführen. Dafür baut er untenstehende Schaltung (Abb. 1) auf und wählt ein – schönes, altes – Demonstrationsvoltmeter aus (vgl. Abb. 2 und Tabelle 1). Er verwendet einen Widerstand $R = 2000 \Omega$ und einen Kondensator $C = 33000 \mu\text{F}$. Den Messbereich stellt er so ein, dass die Spannung optimal beobachtet werden kann. Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird der Schalter von Position (1) in Position (2) gebracht.

a) Berechnen Sie $U_{C0} = U_C(t = 0)$.

b) Leiten Sie die Formel zur Berechnung der Halbwertszeit $t_{1/2}$ des Entladevorgangs her und berechnen Sie diese.

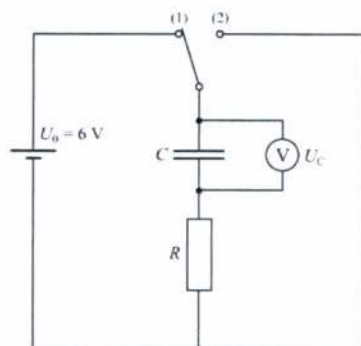


Abb. 1: Schaltplan

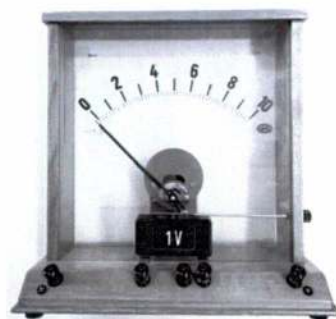


Abb. 2: Demonstrationmultimeter

Messbereich	Innenwiderstand in Ω
0 ... 1 V	500
0 ... 10 V	5000
0 ... 100 V	50000

Tabelle 1: Messbereiche Demonstrationsvoltmeter

Aufgabe 31.1.12.3

„Interferenz“

(10 BE)

Zwei parallele und gleich lange Dipole S_1 und S_2 strahlen elektromagnetische Wellen ab, die sich mit $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ausbreiten. Die Dipole schwingen mit gleicher Frequenz und gleicher Amplitude in Phase. Ihr Abstand sei g . In großer Entfernung ($\overline{ME} \gg g$) von den beiden Dipolen befindet sich ein Empfänger E (siehe Abb. 1).

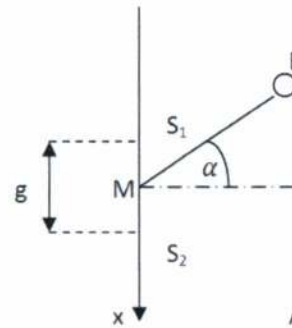


Abb. 1

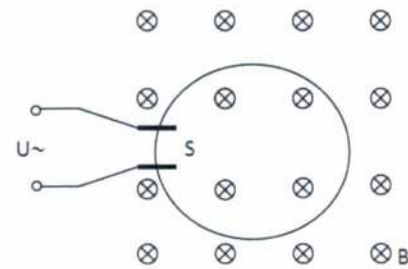
- Die Frequenz der Dipole beträgt zunächst $f = 7,50 \cdot 10^8 \text{ Hz}$. Der Dipolabstand beträgt $g = 80,0 \text{ cm}$. Unter welchen Winkeln ($0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$) registriert der Empfänger E ein Maximum?
- Nun sei $\alpha = 30^\circ$, g betrage wiederum $80,0 \text{ cm}$. Für welche Sendefrequenzen im Bereich $1,25 \cdot 10^8 \text{ Hz} \leq f \leq 1,60 \cdot 10^9 \text{ Hz}$ registriert der Empfänger E dann ein Maximum?
- Nun sei $\alpha = 90^\circ$ und die Frequenz ist wieder $f = 7,5 \cdot 10^8 \text{ Hz}$. Der Dipol S_2 wird in x -Richtung mit vernachlässigbarer Geschwindigkeit verschoben (Abb. 1). Dabei erhöht sich der Dipolabstand g von $80,0 \text{ cm}$ auf 190 cm . Erklären Sie, warum der Empfänger E während dieses Vorgangs abwechselnd Maxima und Minima registriert. Für welche Abstände g ist der Empfang minimal?

Aufgabe 31.1.12.4

„Das Mikrotron“

(10 BE)

Das Mikrotron ist ein Kreisbeschleuniger für Elektronen. In einem konstanten homogenen magnetischen Feld werden die Elektronen durch eine hochfrequente Wechselspannung immer an derselben Stelle beschleunigt (Beschleunigungskondensator S).



Die kinetische Energie der Elektronen beim ersten Eintritt in den Beschleunigungsspalt ist vernachlässigbar. Die wirksame Beschleunigungsspannung U ist so gewählt, dass ein Elektron bei jedem Umlauf genau seine Ruheenergie $m_0 c^2$ dazugewinnt.

- Wie groß muss U gewählt werden?
- Welche Geschwindigkeit v_1 haben die Elektronen nach dem ersten Durchgang durch die Beschleunigungsstrecke?
- Berechnen Sie den zugehörigen Bahnradius r_1 und die Umlaufdauer T_1 . Die magnetische Flussdichte ist $B = 0,05 \text{ T}$.
- Geben Sie die Masse eines umlaufenden Elektrons in Abhängigkeit von der Zahl n der Umläufe an und bestimmen Sie die Umlaufdauer T_n des n -ten Umlaufs.
- Wie viele Umläufe sind mindestens nötig, damit die Gesamtenergie der Elektronen den Wert 30 MeV überschreitet?