Gymnasium

2. Physikschulaufgabe

Klasse 11

1. Teilchenbeschleuniger

In einem Zyklotron (Kreisbahn-Teilchenbeschleuniger) werden Ionen (z.B.Protonen) auf hohe Energien beschleunigt.

a) Erläutern Sie anhand einer Skizze das charakteristische Merkmal und die Funktionsweise eines Zyklotrons.

b) Berechnen Sie die Geschwindigkeit von Protonen, die beim Verlassen des Zyklotrons eine kinetische Energie von 75 keV haben.

c) Zeigen Sie durch eine Rechnung, dass die Umlaufzeit T der Protonen nicht von ihrer Bahngeschwindigkeit und auch nicht vom Bahnradius abhängt (bei unveränderter Teilchenmasse und gleichbleibender magnetischer Flussdichte).

d) Berechnen Sie die Frequenz im Zyklotron für Protonen, die einer magnetischen Flussdichte von $B = 0{,}72\ T$ ausgesetzt sind.

e) Wie groß ist der Bahnradius eines Protons, wenn die magnetische Flussdichte des Zyklotrons bei $B = 0{,}54\ T$ liegt und das Proton eine kinetische Energie von 75 keV hat?

2. Induktion

Eine Spule der Länge 25 cm und einem kreisförmigen Querschnitt ($d = 8\ cm$) ist aus Kupferdraht mit 1500 Windungen gewickelt.

a) Wie groß ist der magnetische Fluss Φ im Inneren der Spule, wenn ein Gleichstrom von 2,5 A durch die Wicklung fließt?

b) Beschreiben Sie, wie sich die Flussdichte B und der magnetische Fluss Φ jeweils ändern, wenn man

(I) die Anzahl der Windungen verdoppelt.

(II) den Spulenradius halbiert.

3. Generator

In einem homogenen Magnetfeld ($B = 1{,}25\ T$) wird mit Hilfe eines Kurbelantriebs eine Spule senkrecht zu den Magnetfeldlinien gedreht. Die Spule ist rechteckig (Querschnitt $a = 12{,}0\ cm,\ b = 15{,}0\ cm$) und hat $N = 100$ Windungen. Die Drehbewegung erzeugt eine Wechselspannung $u(t) = u_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$.

a) Es gilt $u_{max} = N \cdot B \cdot A_0 \cdot \omega$.
Leiten Sie diese Formel her und begründen Sie Ihr Vorgehen.

b) Mit dem obigen „Generator“ soll eine Glühlampe $(12\,V / 20\,W)$ so gespeist werden, dass ihre Helligkeit genau gleich ist, als wenn sie an 12V Gleichspannung betrieben wird. Wie viele Umdrehungen pro Minute sind dafür erforderlich?