

## 2. Physikschulaufgabe

Klasse 11

### 1. Elektronen im B- oder E-Feld

Ein Elektron fliegt, jeweils von links kommend, in eines der nachfolgend dargestellten homogenen Felder.

Welche der folgenden Beschreibungen -A- bis -I- für die Flugbahn des Elektrons trifft jeweils auf die Abbildungen a) bis f) zu? Maximal drei Antworten sind möglich.

Zeichnen Sie in jede Abbildung eine mögliche Flugbahn ein.

Das Elektron ...

-A-	...fliegt auf einer Parabelbahn nach oben	-B-	...fliegt auf einer Parabelbahn nach unten
-C-	...fliegt auf einem Kreisbogen nach oben	-D-	...fliegt auf einem Kreisbogen nach unten
-E-	...fliegt geradlinig	-F-	...wird im Feld beschleunigt
-G-	...bleibt im Feld unbeeinflusst	-H-	...wird im Feld abgebremst
-I-	...kann seine Flugrichtung umkehren		

a) Antwort:	b) Antwort:	c) Antwort:
d) Antwort:	e) Antwort:	f) Antwort:

### 2. Überlagertes B- u. E-Feld

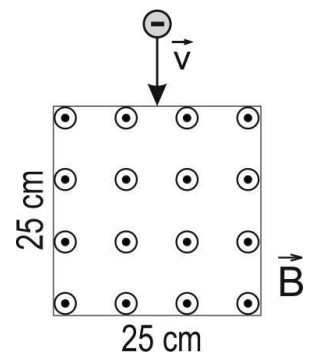
Elektronen der Geschwindigkeit  $v = 1,8 \cdot 10^6 \text{ m/s}$  treten, von oben kommend, senkrecht in ein B-Feld der Flussdichte  $B = 30 \text{ mT}$  ein (Abb. rechts).

Durch ein zusätzliches, überlagertes E-Feld (gekreuzte Felder) wird erreicht, dass die Elektronen den skizzierten Bereich geradlinig durchqueren.

Leiten Sie eine Gleichung zur Berechnung der notwendigen elektr. Feldstärke her.

Berechnen Sie den Betrag der Feldstärke.

In welche Richtung müssen die Feldlinien des E-Feldes zeigen?



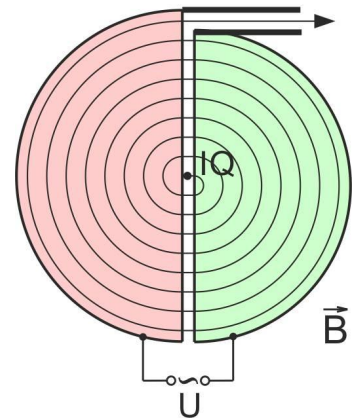
## 2. Physikschulaufgabe

Klasse 11

### 3. Teilchenbeschleuniger

Nebenstehende Skizze stellt das Prinzip eines Zyklotrons dar, in dem Protonen mit Hilfe einer Wechsellspannung hoher Frequenz und eines homogenen Magnetfelds der Flussdichte  $B = 12 \text{ mT}$  auf annähernd kreisförmigen Bahnen beschleunigt werden.

Zyklotron Prinzipskizze



IQ = Protonenquelle

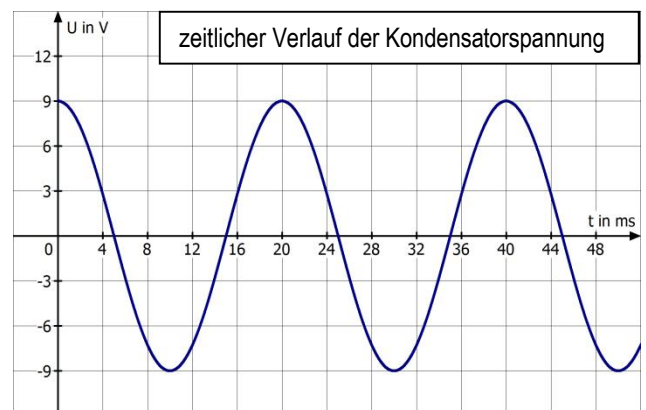
- Geben Sie die Richtung des Magnetfeldes (B-Feld) für die skizzierte Umlaufrichtung an.
- Berechnen Sie für eine (Halb-) Kreisbahn mit dem Radius  $r = 20 \text{ cm}$  die Geschwindigkeit  $v$ , sowie die kinetische Energie der Protonen in der Einheit eV.
- Zeigen Sie, dass für die Umlaufdauer der Protonen die Gleichung  $T = \frac{2\pi \cdot m_p}{q \cdot B}$  gilt, und berechnen Sie die Frequenz der Wechsellspannung am Zyklotron.
- Begründen Sie, warum ein Zyklotron mit konstanter Wechsellspannungsfrequenz für Umlaufgeschwindigkeiten von mehr als 10% der Lichtgeschwindigkeit ungeeignet ist.
- In einem großen Teilchenbeschleuniger erhielten Protonen die kinetische Energie 5,8 GeV. Berechnen Sie relativistisch die Masse der bewegten Protonen (in Vielfachen ihrer Ruhemasse) sowie ihre Geschwindigkeit (in Prozent der Lichtgeschwindigkeit).

### 4. Idealer Schwingkreis

Ein Kondensator mit der Kapazität  $18 \mu\text{F}$  wird über eine Batterie mit der Spannung  $U_0$  aufgeladen.

Zur Zeit  $t = 0$  wird die Batterie entfernt und der Kondensator über eine Spule entladen.

Der ohmsche Widerstand ist nicht zu berücksichtigen.



- Begründen Sie kurz, warum sich der Kondensator nach dem Entladen wieder auflädt?
- Zeigen Sie, dass zur Zeit  $t_1 = 85 \text{ ms}$  nach Beginn der Entladung am Kondensator die Spannung  $U = 0 \text{ V}$  anliegt.
- Welcher Anteil der ursprünglich im Kondensator gespeicherten Energie ist zu diesem Zeitpunkt  $t_1$  im Magnetfeld der Spule gespeichert?
- Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf der Stromstärke durch die Spule. Ermitteln Sie dazu den maximalen Wert der Stromstärke aus den obigen Angaben.