

## Übungsserie - Anwendungen der Lorentzkraft

1. Eine Kugel mit negativer Ladung  $q = 2 \text{ nC}$  fliegt in einem waagrecht nach Süden gerichtete Magnetfeld der Stärke  $500 \text{ mT}$  mit der Geschwindigkeit  $300 \text{ m/s}$  in westlicher Richtung. Finde Betrag und Richtung der magnetischen Kraft auf die Kugel. ( $0.30 \mu\text{N}$ )
2. Ein Elektron fliegt mit der Geschwindigkeit  $v$  senkrecht zu den Feldlinien eines homogenen Magnetfeldes. Erkläre warum das Elektron auf einer Kreisbahn fliegt, und berechne dessen Geschwindigkeit für einen Kreisbahnradius von  $15 \text{ cm}$  und Feldstärke  $28 \mu\text{T}$ . ( $7.4 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ )
3. Ein  $\alpha$ -Teilchen durchläuft die Beschleunigungsspannung  $U = 200 \text{ V}$  und tritt dann in ein Magnetfeld der Stärke  $0.12 \text{ T}$  ein. Berechne die magnetische Kraft, wenn die Geschwindigkeit mit  $B$  einen Winkel von a)  $\alpha = 90$  und b)  $\alpha = 60$  einschliesst. ( $5.3 \text{ fN}$ ,  $4.6 \text{ fN}$ )
4. Ein Proton bewegt sich mit Geschwindigkeit  $750 \text{ km/s}$  in einem Magnetfeld der Stärke  $245 \text{ mT}$  senkrecht zu den Feldlinien. Berechne den Radius seiner Kreisbahn. ( $3.20 \text{ cm}$ )
5. Bei einer Beschleunigungsspannung von  $210 \text{ V}$  wird im Fadenstrahlrohr ( $B = 9.65 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ ) der Durchmesser der Kreisbahn zu  $10.2 \text{ cm}$  gemessen. Berechne die spezifische Ladung  $e/m$  der Elektronen. ( $1.73 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$ )
6. Die Sonne schleudert ständig geladene Teilchen in den Weltraum hinaus. Wenn diese Teilchen in das Magnetfeld der Erde eintauchen, so bewegen sie sich meistens auf Schraubenlinien weiter. In Polnähe, wo das Magnetfeld der Erde besonders stark ist, kann dies zu spektakulären Lichterscheinungen führen (Polarlicht). Berechne formal den Radius und die Ganghöhe der Schraubenlinie (Unter der Ganghöhe einer Schraube versteht man diejenige Strecke, um die sich die Schraube bei einer vollen Umdrehung ins Gewinde hineindreht.)
7. Man benutzt ein Zyklotron mit Radius  $50 \text{ cm}$  und magnetische Feldstärke  $1.5 \text{ T}$  um Protonen zu beschleunigen. Wie gross ist die Zyklotronfrequenz? Und die Periode? Finde die kinetische Energie der Protonen beim Verlassen des Zyklotrons. ( $23 \text{ MHz}$ ,  $4.3 \cdot 10^{-12} \text{ J}$ )
8. Ein Zyklotron hat ein Magnetfeld von  $2.00 \text{ T}$  und ist gebaut um Protonen bis  $20.0 \text{ MeV}$  zu beschleunigen. Wie gross ist die Zyklotronfrequenz? ( $30.5 \text{ MHz}$ ) Finde den minimalen Zyklotronradius, damit die Protonen  $20 \text{ MeV}$  Energie beim Austritt erreichen. ( $32.3 \text{ cm}$ ) Wenn die maximale Wechsellspannung zwischen den "D"  $50 \text{ kV}$  beträgt, wie viele Umdrehungen müssen die Protonen durchlaufen, bevor sie mit  $20 \text{ MeV}$  Energie austreten? ( $200$ )
9. Wie viel unterscheiden sich die Radien der Bahnen von einfach ionisierten Atomen der Isotope Xe-134 und Ba-134, wenn sich beide Ionen mit "exakt"  $800 \text{ m/s}$  senkrecht zu den Feldlinien in einem Feld von "exakt"  $70 \text{ mT}$  bewegen? ( $105.7.0 \text{ nm}$ )
10. In einem Zyklotron können Protonen auf einen Kreis von  $4.5 \text{ m}$  Durchmesser bis zu einer Energie von  $14 \text{ MeV}$  beschleunigt werden. Welche Endgeschwindigkeit erreichen die Teilchen? ( $5.2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ ) Welche Stärke hat das Magnetfeld? ( $0.24 \text{ T}$ )
11. Ein Elektron wird auf  $155 \text{ km/s}$  beschleunigt und tritt unter einem Winkel von  $78^\circ$  zu den Feldlinien in ein homogenes B-Feld von  $730 \text{ mT}$  ein. Wie gross ist die Lorentzkraft? ( $18 \text{ fN}$ ) Welcher Bruchteil der Gewichtskraft ist das? ( $2.0 \cdot 10^{15}$ ) Wie gross war die Beschleunigungsspannung? ( $68.3 \text{ mV}$ )

## Übungsserie - Anwendungen der Lorentzkraft 1

1. Eine Kugel mit negativer Ladung  $q = 2 \text{ nC}$  fliegt in einem waagrecht nach Süden gerichtete Magnetfeld der Stärke  $500 \text{ mT}$  mit der Geschwindigkeit  $300 \text{ m/s}$  in westlicher Richtung. Finde Betrag und Richtung der magnetischen Kraft auf die Kugel. ( $0.30 \mu\text{N}$ )
2. Ein Elektron fliegt mit der Geschwindigkeit  $v$  senkrecht zu den Feldlinien eines homogenen Magnetfeldes. Erkläre warum das Elektron auf einer Kreisbahn fliegt, und berechne dessen Geschwindigkeit für einen Kreisbahnradius von  $15 \text{ cm}$  und Feldstärke  $28 \mu\text{T}$ . ( $7.4 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ )
3. Ein  $\alpha$ -Teilchen durchläuft die Beschleunigungsspannung  $U = 200 \text{ V}$  und tritt dann in ein Magnetfeld der Stärke  $0.12 \text{ T}$  ein. Berechne die magnetische Kraft, wenn die Geschwindigkeit mit  $B$  einen Winkel von a)  $\alpha = 90$  und b)  $\alpha = 60$  einschliesst. ( $5.3 \text{ fN}$ ,  $4.6 \text{ fN}$ )
4. Ein Proton bewegt sich mit Geschwindigkeit  $750 \text{ km/s}$  in einem Magnetfeld der Stärke  $245 \text{ mT}$  senkrecht zu den Feldlinien. Berechne den Radius seiner Kreisbahn. ( $3.20 \text{ cm}$ )
5. Bei einer Beschleunigungsspannung von  $210 \text{ V}$  wird im Fadenstrahlrohr ( $B = 9.65 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ ) der Durchmesser der Kreisbahn zu  $10.2 \text{ cm}$  gemessen. Berechne die spezifische Ladung  $e/m$  der Elektronen. ( $1.73 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$ )
6. Die Sonne schleudert ständig geladene Teilchen in den Weltraum hinaus. Wenn diese Teilchen in das Magnetfeld der Erde eintauchen, so bewegen sie sich meistens auf Schraubenlinien weiter. In Polnähe, wo das Magnetfeld der Erde besonders stark ist, kann dies zu spektakulären Lichterscheinungen führen (Polarlicht). Berechne formal den Radius und die Ganghöhe der Schraubenlinie (Unter der Ganghöhe einer Schraube versteht man diejenige Strecke, um die sich die Schraube bei einer vollen Umdrehung ins Gewinde hineindreht.)
7. Man benutzt ein Zyklotron mit Radius  $50 \text{ cm}$  und magnetische Feldstärke  $1.5 \text{ T}$  um Protonen zu beschleunigen. Wie gross ist die Zyklotronfrequenz? Und die Periode? Finde die kinetische Energie der Protonen beim Verlassen des Zyklotrons. ( $23 \text{ MHz}$ ,  $4.3 \cdot 10^{-12} \text{ J}$ )
8. Ein Zyklotron hat ein Magnetfeld von  $2.00 \text{ T}$  und ist gebaut um Protonen bis  $20.0 \text{ MeV}$  zu beschleunigen. Wie gross ist die Zyklotronfrequenz? ( $30.5 \text{ MHz}$ ) Finde den minimalen Zyklotronradius, damit die Protonen  $20 \text{ MeV}$  Energie beim Austritt erreichen. ( $32.3 \text{ cm}$ ) Wenn die maximale Wechsellspannung zwischen den "D"  $50 \text{ kV}$  beträgt, wie viele Umdrehungen müssen die Protonen durchlaufen, bevor sie mit  $20 \text{ MeV}$  Energie austreten? ( $200$ )
9. Wie viel unterscheiden sich die Radien der Bahnen von einfach ionisierten Atomen der Isotope Xe-134 und Ba-134, wenn sich beide Ionen mit "exakt"  $800 \text{ m/s}$  senkrecht zu den Feldlinien in einem Feld von "exakt"  $70 \text{ mT}$  bewegen? ( $105.7 \text{ nm}$ )
10. In einem Zyklotron können Protonen auf einen Kreis von  $4.5 \text{ m}$  Durchmesser bis zu einer Energie von  $14 \text{ MeV}$  beschleunigt werden. Welche Endgeschwindigkeit erreichen die Teilchen? ( $5.2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ ) Welche Stärke hat das Magnetfeld? ( $0.24 \text{ T}$ )
11. Ein Elektron wird auf  $155 \text{ km/s}$  beschleunigt und tritt unter einem Winkel von  $78^\circ$  zu den Feldlinien in ein homogenes B-Feld von  $730 \text{ mT}$  ein. Wie gross ist die Lorentzkraft? ( $18 \text{ fN}$ ) Welcher Bruchteil der Gewichtskraft ist das? ( $2.0 \cdot 10^{15}$ ) Wie gross war die Beschleunigungsspannung? ( $68.3 \text{ mV}$ )