

0.1 67. Hausaufgabe

0.1.1 Zusammenfassung der Stunde unter beliebiger Schwerpunktsetzung: Wirkungen gleichzeitiger \mathcal{E} - und \mathcal{B} -Felder

Analysieren wir folgendes Gedankenexperiment: Zwei Ladungen q_1 und q_2 bewegen sich beide mit der selben Geschwindigkeit v in die selbe Richtung, ihre Bewegungsbahnen sind also parallel zueinander. Es wirkt keine äußere beschleunigende Kraft.

Die beiden Ladungen sind selbstverständlich von einem elektrischen Feld umgeben. Zusätzlich existiert ein magnetisches Feld, da sich beide Ladungen bewegen, also ein Strom vorhanden ist.

Dementsprechend wirken sowohl elektrische als auch magnetische Kraft; die Kraft auf q_1 errechnet sich zu:

$$F_1 = F_{1\mathcal{E}_2} + F_{1\mathcal{B}_2} = \mathcal{E}_2 q_1 + \mathcal{B}_2 q_1 v_1;$$

Die magnetische Kraft ist dabei entgegen der elektrischen gerichtet (sowohl für positive als auch negative Ladungen), wie die Anwendung der Drei-Finger-Regel zeigt:

Bei positiven Ladungen entspricht die Bewegungsrichtung der technischen Stromrichtung. Das Magnetfeld von q_2 zeigt nach oben (Rechte-Hand-Regel), also ist die Lorentzkraft zu q_2 hin gerichtet.

Bei negativen Ladungen dreht sich die Stromrichtung und die Magnetfeldrichtung um – die Lorentzkraft ist wieder zu q_2 hin gerichtet.

Wechselt man jetzt jedoch das Bezugssystem, betrachtet man die Situation beispielsweise von q_1 aus, so stellt man ein anderes Ergebnis fest: Da sich aus der Sicht von q_1 keine der beiden Ladungen bewegt, existiert kein magnetisches Feld; die Kraft auf q_1 ist also:

$$F'_1 = F_{1\mathcal{E}_2} = \mathcal{E}_2 q_1;$$

Also wirken auf die Ladungen – je nach Wahl des Bezugssystem – unterschiedlich große Kräfte! Ist dies nicht ein Widerspruch?

Lässt man beispielsweise in einem fahrenden Auto einen Ball fallen, so wirkt auf ihn die Gewichtskraft, unabhängig der Wahl des Bezugssystems – unabhängig, ob man als Bezugssystem das Auto

(senkrechter Fall nach unten), oder ob man als Bezugssystem die Straße wählt (schräger Fall nach unten).

Die Bewegung ist zwar unterschiedlich, die Beschleunigung (bzw. die Kraft), jedoch nicht. Im obigen Beispiel im Elektromagnetismus hängt aber auch die Beschleunigung von der Bezugssystemwahl ab.

(Benötigte Zeit: 51 min)