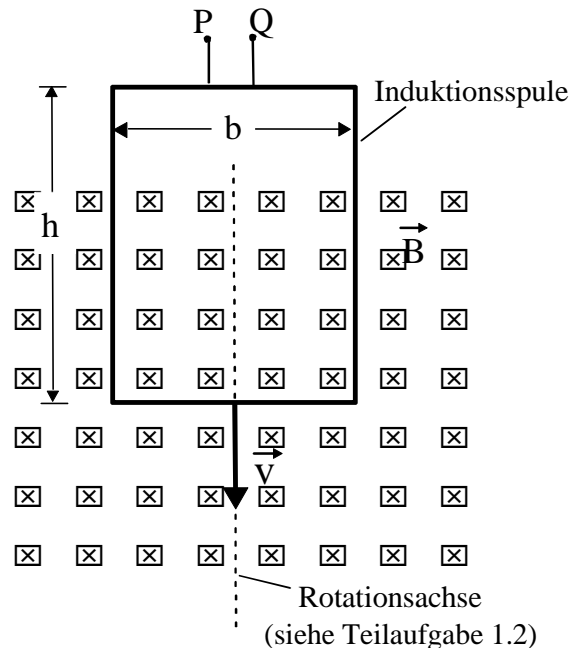


2005 Aufgabe 3

- 1.0 Eine flache Induktionsspule hat die Windungszahl $N_i = 250$ und einen rechteckigen Querschnitt mit den Seitenlängen $b = 4,0\text{ cm}$ und $h = 5,0\text{ cm}$. Diese Induktionsspule wird von oben in ein homogenes Magnetfeld mit der zeitlich konstanten Flussdichte \vec{B} bewegt. Die magnetische Flussdichte \vec{B} hat den Betrag $B = 3,0\text{ mT}$.



- 1.1.0 Die Geschwindigkeit \vec{v} , mit der die Induktionsspule in das Magnetfeld eintaucht, ist konstant und sowohl zu den Querleitern als auch zu \vec{B} senkrecht gerichtet. Während der Eintauchphase zeigt ein mit den Anschlüssen P und Q der Induktionsspule verbundener hochohmiger Spannungsmesser eine konstante Spannung mit dem Betrag U an.
- 1.1.1 Geben Sie in einer Skizze die Kräfte an, die beim Eintauchen der Induktionsspule auf ein Elektron in einem unteren Querleiter der Spule wirken.
- 1.1.2 Leiten Sie ausgehend von einem Kraftansatz eine Formel her, die aufzeigt, wie U von N_i , B, b und vom Betrag v der Geschwindigkeit \vec{v} abhängt.
- 1.1.3 Das Voltmeter zeigt den Wert $U = 0,30\text{ mV}$ an. Berechnen Sie v.
- 1.2 Die Induktionsspule befindet sich vollständig im Magnetfeld. Sie wird nun mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω um eine vertikale Rotationsachse (siehe Skizze) gedreht. An den Spulenden P und Q tritt eine Induktionswechselspannung auf. Berechnen Sie die Frequenz f, mit der die Induktionsspule rotieren muss, damit die Induktionsspannung den Effektivwert $U_{\text{eff}} = 50\text{ mV}$ hat.
- 1.3.0 Die Induktionsspule befindet sich weiterhin vollständig im Magnetfeld und wird nicht mehr bewegt. Die Feldlinien durchsetzen die Querschnittsfläche der flachen Induktionsspule wieder senkrecht. Die Enden P und Q der Induktionsspule werden nun leitend verbunden. Der ohmsche Widerstand der kurzgeschlossenen Induktionsspule beträgt $R = 30\ \Omega$. Der Betrag B der magnetischen Flussdichte \vec{B} wird innerhalb von 2,5 s gleichmäßig auf den Wert 0 T herunter geregelt. Dabei fließt durch die Induktionsspule ein Induktionsstrom der Stärke I.
- 1.3.1 Berechnen Sie die Stromstärke I.
[Ergebnis: $I = 20\text{ mA}$]
- 1.3.2 Geben Sie den Umlaufsinn des Induktionsstromes an. Begründen Sie Ihre Antwort.
- 1.3.3 Berechnen Sie die Energie, die beim Herunterregeln von B in der kurzgeschlossenen Induktionsspule in Wärme umgesetzt wird.

2.0 Weltraum-Tourismus ist heute ein realistisches Ziel. Bereits Anfang der neunziger Jahre stellten japanische Ingenieure den Entwurf eines Space-Hotels vor, das in der Höhe $h = 450\text{km}$ über der Erdoberfläche die Erde antriebslos umkreisen und rund 100 Gästen Platz bieten soll.

Das Space-Hotel ist Teil einer Raumstation. Die Umlaufbahn der Raumstation liegt in der Äquator-ebene der Erde. Der Umlaufsinn der Raumstation und der Drehsinn der Erde bei ihrer Drehung um die eigene Achse sind identisch.

2.1 Berechnen Sie ausgehend von einem Kraftansatz den Betrag v_R der Bahngeschwindigkeit der Raumstation und ihre Umlaufdauer T_R .

2.2.0 Der Transport von Nutzlasten von der Erde zur Raumstation erfolgt mit einer Rakete, deren Startplatz am Äquator der Erde liegt.

Der Einfluss der Erdatmosphäre auf die Bewegung der Rakete soll unberücksichtigt bleiben.

2.2.1 Für diese Teilaufgabe wird vereinfachend die Drehung der Erde um die eigene Achse nicht berücksichtigt, also der Startplatz der Rakete als ruhend betrachtet. Berechnen Sie die Arbeit W , die beim Transport zur Raumstation an einem Kilogramm Nutzlast ($m_N = 1,00\text{kg}$) zu verrichten ist.

2.2.2 Bei der unter 2.2.0 beschriebenen Wahl des Startplatzes wird die Eigenrotation der Erde optimal genutzt, so dass die beim Transport an einem Kilogramm Nutzlast zu verrichtende Arbeit um den Betrag ΔW geringer ist als die unter 2.2.1 berechnete Arbeit. Berechnen Sie ΔW .

2.3.0 Das Space-Hotel hat die Form einer ringförmigen Röhre. Die nebenstehende, nicht maßstabsgetreue Skizze zeigt einen Querschnitt.

Die antriebslos um die Erde fliegende

Raumstation kann in eine Drehbewegung versetzt werden. Dabei rotiert das Space-Hotel um die in der Skizze angegebene Rotationsachse.

2.3.1 Begründen Sie, warum sich ein Tourist ohne eine solche Drehbewegung schwerelos fühlt.

2.3.2 Die Raumstation wird in eine Drehbewegung mit der Drehfrequenz f versetzt. Der Schwerpunkt eines Touristen bewegt sich auf einer Kreisbahn mit dem Radius $r = 70\text{m}$. Der Tourist fühlt sich nun nicht mehr schwerelos.

Berechnen Sie die Drehfrequenz f , bei der sich der Tourist genauso schwer fühlt wie auf der Erdoberfläche. Erläutern Sie Ihren Lösungsansatz.

