

BE	1.0	Die Raumfahrtbehörden planen für dieses Jahrhundert einen bemannten Raumflug zum Mars. Dabei soll ein Raumschiff auf eine Marsumlaufbahn gelenkt werden.
4	1.1	Für alle Körper, die sich antriebslos auf einer Kreisbahn mit dem Radius r und der Umlaufdauer T um ein Zentralgestirn bewegen, gilt das dritte Keplersche Gesetz $\frac{T^2}{r^3} = C$, wobei C eine Konstante ist. Zeigen Sie mit Hilfe des Gravitationsgesetzes, dass der Wert der Konstanten C nur von der Masse m_Z des Zentralgestirns abhängig ist.
	1.2.0	Masse und Durchmesser des Planeten Mars betragen $m_M = 6,40 \cdot 10^{23}$ kg und $d_M = 6,79 \cdot 10^6$ m.
2	1.2.1	Berechnen Sie die Konstante C_M des dritten Keplerschen Gesetzes für Körper, deren Umlaufbahnen den Mars zum Zentralgestirn haben.
3	1.2.2	Bestimmen Sie den Betrag der Gravitationsfeldstärke an der Marsoberfläche.
	1.3.0	Im Folgenden wird eine fiktive Marsmission betrachtet. Ein Raumschiff mit drei Astronauten an Bord ist auf eine Marsumlaufbahn eingeschwenkt. Zwei Astronauten steigen vom Kommandoteil des Raumschiffes in die Landefähre um. Die Landefähre wird vom Kommandoteil abgekoppelt. Den beiden Astronauten gelingt es auf der Marsoberfläche zu landen. Der dritte Astronaut bleibt im Kommandoteil des Raumschiffes zurück. Das Kommandoteil umrundet antriebslos den Mars auf einer Kreisbahn in der Höhe h über der Marsoberfläche. Die Umlaufdauer beträgt $T_K = 119$ min.
6	1.3.1	Berechnen Sie die Höhe h und den Betrag der Bahngeschwindigkeit des Kommandoteils.
3	1.3.2	Kurz vor dem Aufsetzen auf der Marsoberfläche wird die Landefähre (Masse $m_L = 2,40$ t) durch Ausstoß von Treibgas in einen Schwebezustand versetzt, damit sie nicht hart aufschlägt. Berechnen Sie den Betrag der dazu nötigen Schubkraft \vec{F}_S .
5	1.3.3	Der Landeplatz liegt am Marsäquator. Der Mars rotiert um die eigene Achse mit der Umdrehungsdauer $T_M = 1,026$ d. Die Umlaufbahn des Kommandoteils liegt in der Äquatorebene des Mars. Umlaufsinn des Kommandoteils und Umdrehungssinn des Mars stimmen überein. Einer der beiden Astronauten, die sich am Marsäquator aufhalten, sieht soeben durch ein vertikal nach oben ausgerichtetes Fernrohr das Kommandoteil des Raumschiffes. Ermitteln Sie durch Rechnung, wie lange es dauert, bis das Kommandoteil das nächste Mal im weiterhin vertikal nach oben ausgerichteten Fernrohr zu erkennen ist.

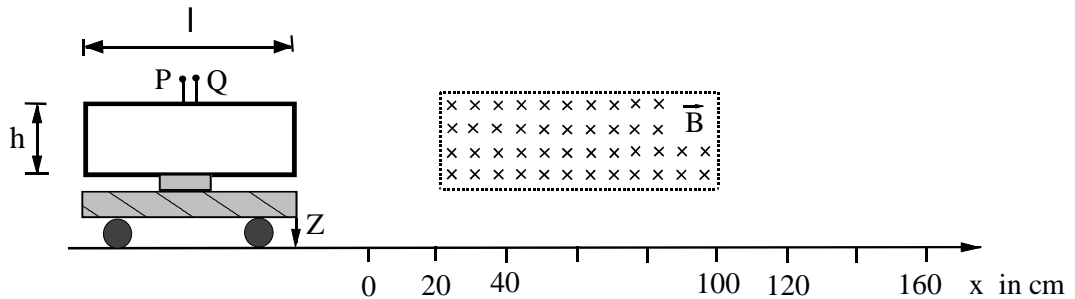
- 5 1.3.4 Die beiden Astronauten fliegen mit der Landefähre von der Marsoberfläche zurück zum Kommandoteil. Die Landefähre wird wieder an das Kommandoteil gekoppelt. Nach einigen Umläufen auf der Kreisbahn in der Höhe $h = 412 \text{ km}$ über der Marsoberfläche soll das Raumschiff den Rückflug zur Erde antreten.
- Berechnen Sie den Mindestbetrag der Geschwindigkeit, auf die das Raumschiff in dieser Höhe beschleunigt werden müsste, damit es dann ohne weiteren Antrieb das Gravitationsfeld des Mars verlassen kann.

Fortsetzung siehe nächste Seite

- 7 -

BE Fortsetzung III

2.0



Ein Wagen, der an seiner Vorderfront einen Positionspfeil Z trägt, kann sich auf einer horizontalen Fahrbahn reibungsfrei bewegen. Auf dem Wagen ist eine flache Spule mit $N = 50$ Windungen und mit rechteckigem Querschnitt (Länge $\ell = 60 \text{ cm}$; Höhe $h = 20 \text{ cm}$) montiert.

Der ohmsche Widerstand der Spule beträgt $R = 2,0 \Omega$.

Fährt der Wagen nach rechts, so durchquert die Spule ein räumlich begrenztes, homogenes Magnetfeld der Flussdichte \vec{B} , wobei die Feldlinien die Querschnittsfläche der Spule senkrecht durchsetzen. Die magnetische Flussdichte ist zeitlich konstant und beträgt $B = 0,15 \text{ T}$.

- 2.1.0 Der Wagen wird mit einer konstanten Geschwindigkeit vom Betrag $v = 20 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ nach rechts bewegt.
- $x_0 = 0 \text{ cm}$ und $x_E = 160 \text{ cm}$ sind die Ortskoordinaten des Positionspfeiles zu den Zeitpunkten $t_0 = 0 \text{ s}$ und t_E .
- $\phi(t)$ ist der magnetische Fluss durch eine Windung der Spule und $U_i(t)$ die zwischen den Enden P und Q der Spule induzierte Spannung zu einem Zeitpunkt t mit $0 \text{ s} \leq t \leq t_E$.
- 5 2.1.1 Berechnen Sie den maximalen magnetischen Fluss durch eine Windung der Spule während der Bewegung durch das Magnetfeld und zeichnen Sie das t - ϕ -Diagramm für $0 \text{ s} \leq t \leq t_E$.
- 5 2.1.2 Stellen Sie in einem weiteren Diagramm den zeitlichen Verlauf der Induktionsspannung U_i für $0 \text{ s} \leq t \leq t_E$ graphisch dar.

- 2.2.0 Zu Beginn eines zweiten Versuches ist der Wagen so weit nach rechts verschoben, dass die Spule bereits zur Hälfte in das Magnetfeld eingetaucht ist.
Die Spulenden P und Q werden mit den Polen einer Gleichspannungsquelle, deren Innenwiderstand vernachlässigbar klein ist, verbunden. Die angelegte Spannung beträgt $U_0 = 2,4\text{V}$.
Unmittelbar nach Anschluss der Spule an die Gleichspannungsquelle setzt sich der Wagen aus der Ruhe heraus nach rechts in Bewegung.
- 3 2.2.1 Geben Sie den Umlaufsinn des Stromes an, den die Spannungsquelle durch die Spule treibt. Begründen Sie Ihre Antwort !
- 5 2.2.2 Berechnen Sie die Stärke des unmittelbar nach Anschluss an die Gleichspannungsquelle durch die Spule fließenden Stroms und den Betrag der Kraft, die den Wagen in Bewegung setzt.
- 4 2.2.3 Erklären Sie, warum die Stärke des Stroms durch die Spule und somit der Betrag der beschleunigenden Kraft bei zunehmender Geschwindigkeit abnehmen.