

2004 A II

- 1.0 Astronauten verlassen an Bord eines Raumschiffes die Erde und fliegen zum Mond. Das Raumschiff wird auf eine Kreisbahn um den Mond in der Höhe $h_1 = 110\text{ km}$ über der Mondoberfläche gelenkt. Auf dieser Kreisbahn bewegt sich das Raumschiff antriebslos.

Die Masse des Mondes beträgt $m_M = 7,35 \cdot 10^{22}\text{ kg}$, der Mondradius $r_M = 1,738 \cdot 10^6\text{ m}$ und die Gravitationskonstante $G = 6,673 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg}\cdot\text{s}^2}$.

- 1.1 Zeigen Sie mit Hilfe des Gravitationsgesetzes, dass für den Betrag v_1 der Bahngeschwindigkeit des Raumschiffes gilt:

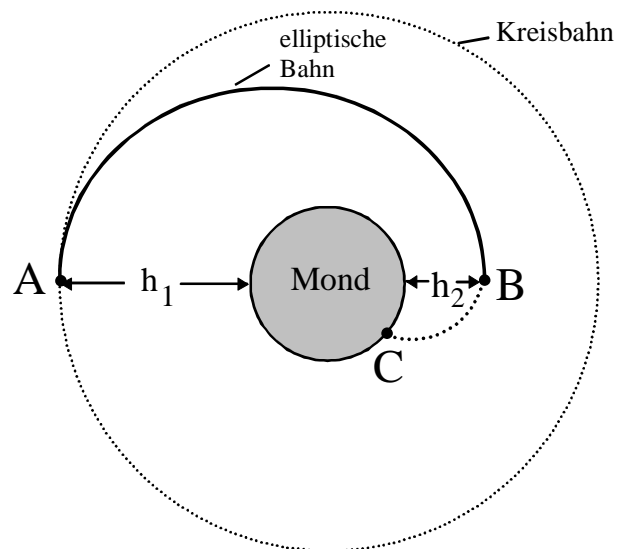
$$v_1 = \sqrt{\frac{G \cdot m_M}{r_M + h_1}}$$

Berechnen Sie v_1 .

- 1.2 Berechnen Sie die Umlaufdauer T_1 des Raumschiffes.

[Ergebnis: $T_1 = 1,98\text{ h}$]

- 1.3.0 Die Landefähre wird vom Kommandoteil des Raumschiffes abgekoppelt. Durch ein Steuermanöver wird die Landefähre von der Kreisbahn auf eine elliptische Bahn gelenkt. Zwischen dem mondfernten Punkt A und dem mond nächsten Punkt B dieser elliptischen Bahn bewegt sich die Landefähre antriebslos. Im Punkt B befindet sich die Landefähre in der Höhe $h_2 = 14,6\text{ km}$ über der Mondoberfläche.



Siehe nebenstehende nicht maßstabsgetreue Skizze.

- 1.3.1 Berechnen Sie die große Halbachse der elliptischen Bahn und die Dauer des Fluges von A nach B.

- 1.3.2 Im Punkt B (siehe Skizze) leitet ein weiteres Steuermanöver die Landung auf der Mondoberfläche ein. Die Landefähre wird zunächst abgebremst. Dabei werden pro Sekunde Verbrennungsgase der Masse $m_{\text{Gas}} = 45\text{ kg}$ in Bewegungsrichtung der Landefähre mit einer Geschwindigkeit vom Betrag $2,5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ gegenüber der Fähre ausgestoßen.

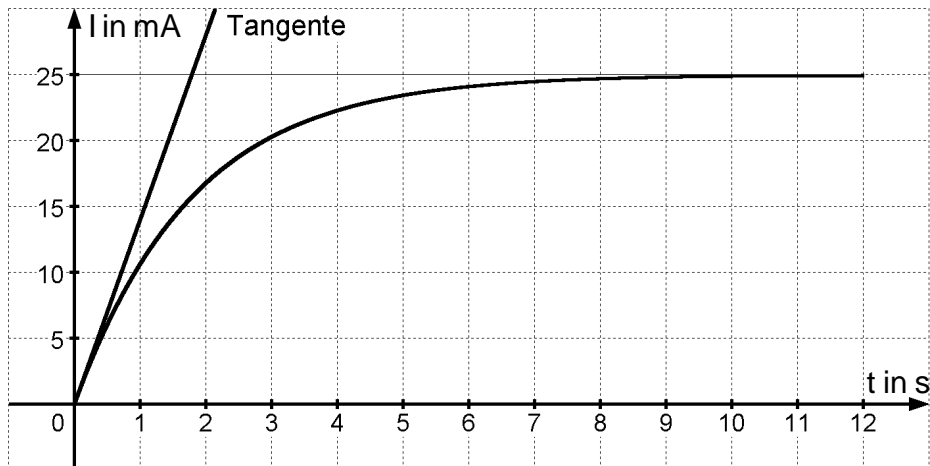
Berechnen Sie den Betrag der Bremskraft, die durch den Ausstoß der Verbrennungsgase auf die Landefähre ausgeübt wird.

Erläutern Sie Ihren Lösungsansatz.

- 1.3.3 Die Mondlandung ist gelungen. Die Astronauten verlassen die Landefähre und betreten die Mondoberfläche. Die Masse eines der Astronauten einschließlich seiner Ausrüstung beträgt $m_A = 135\text{ kg}$.

Berechnen Sie unter Verwendung der für den Mond in 1.0 angegebenen Daten den Betrag der Gewichtskraft, die auf den Astronauten mit Ausrüstung wirkt.

- 2.0 Eine Spule mit geschlossenem Weicheisenkern besitzt die Induktivität L und den ohmschen Widerstand R_{Sp} . Zum Zeitpunkt $t_0 = 0\text{ s}$ wird die Spule an eine Gleichspannungsquelle mit der Spannung $U_0 = 7,5\text{ V}$ angeschlossen. Durch die Spule fließt ein Strom der Stärke I . Die Abhängigkeit der Stromstärke I von der Zeit t ist im unten stehenden Diagramm dargestellt. Außerdem ist die Tangente an den Graphen für den Zeitpunkt $t_0 = 0\text{ s}$ eingetragen.



- 2.1 Erklären Sie den zeitlichen Verlauf der Stromstärke I .
- 2.2 Bestimmen Sie mit Hilfe des Diagramms von 2.0 den ohmschen Widerstand R_{Sp} und die Induktivität L der Spule.
- 3.0 Die Spule mit dem ohmschen Widerstand $R_{Sp} = 0,30\text{ k}\Omega$ und der Induktivität $L = 540\text{ H}$ ist an eine Wechselspannungsquelle mit der Spannung $U(t) = 7,5\text{ V} \cdot \sin(100\pi \frac{1}{s} \cdot t)$ angeschlossen.
- 3.1 Bestätigen Sie durch Rechnung, dass der induktive Widerstand X_L der Spule sehr viel größer ist als ihr ohmscher Widerstand.
- 3.2.0 In den folgenden Teilaufgaben soll der ohmsche Widerstand R_{Sp} der Spule gegenüber ihrem induktiven Widerstand X_L vernachlässigt werden.
- 3.2.1 Berechnen Sie den Scheitelwert der Stromstärke I_L im Wechselstromkreis und den maximalen Energieinhalt des magnetischen Feldes in der Spule.
- 3.2.2 Skizzieren Sie in einem Diagramm den zeitlichen Verlauf der Spannung U_L , die an der Spule anliegt, und den zeitlichen Verlauf der Stromstärke I_L für $0\text{ ms} \leq t \leq 20\text{ ms}$.
- Maßstab: $2,5\text{ ms} \triangleq 1\text{ cm}$; $2,5\text{ V} \triangleq 1\text{ cm}$; $10\text{ }\mu\text{A} \triangleq 1\text{ cm}$
- 3.2.3 Kennzeichnen Sie im Diagramm von Teilaufgabe 3.2.2 mit Farbe diejenigen Zeitintervalle, in denen die Spannungsquelle Energie an die Spule abgibt. Begründen Sie Ihre Lösung
- 3.2.4 Fertigen Sie eine beschriftete Schaltskizze zu einem Versuch an, mit dem die Phasenverschiebung zwischen der Spannung U_L an der Spule und der Stromstärke I_L sichtbar gemacht werden kann. Begründen Sie, dass bei Ihrer Schaltung der zeitliche Verlauf von U_L und der von I_L dargestellt werden.