

## 2004 Aufgabe 2

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:

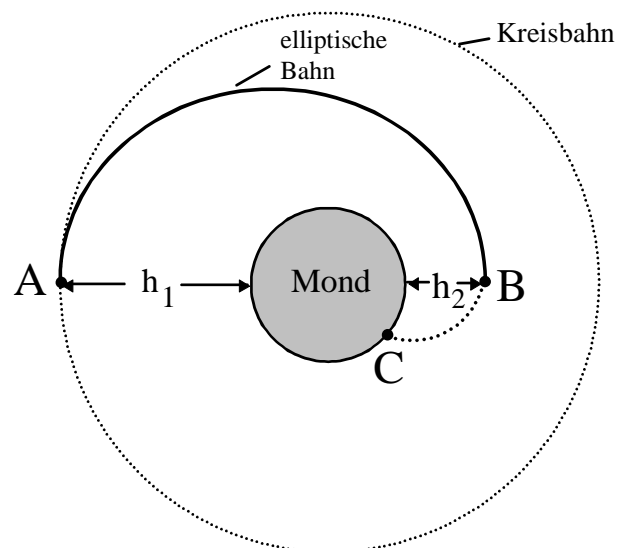
$$v_1 = \sqrt{\frac{G \cdot m_M}{r_M + h_1}}$$

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 maßstabgetreue 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.