|  |  |
| --- | --- |
| Hilfekarte 1 | Lösung |
| **Welche Kräfte wirken auf das Teleskop, wenn sich das System dreht?**  Beachten Sie, dass sich das Teleskop auf einer Kreisbahn um die Sonne bewegt, wie auch die Erde (näherungsweise). | Es wirken insgesamt drei Kräfte auf das Teleskop:   * die Gravitationskraft zur Sonne * die Gravitationskraft zur Erde * die Radialkraft (auch Zentripetalkraft genannt), da sich das Teleskop auf einer Kreisbahn bewegt |

|  |  |
| --- | --- |
| Hilfekarte 2 | Lösung |
| **Wie lautet die Kräftebedingung für L1?**  Zeichnen Sie alle Kräfte in das Koordinatensystem ein, die auf das Teleskop wirken.  Aus welchen Kräften resultiert die Radialkraft (Zentripetalkraft)? | Die Radialkraft resultiert aus den beiden Gravitationskräften. Kräftebedingung:  : Gravitationskraft der Erde  : Gravitationskraft der Sonne  : Radialkraft (Zentripetalkraft) |

|  |  |
| --- | --- |
| Hilfekarte 3 | Lösung |
| **Ich weiß nicht, wie ich mit der Kräftebedingung weiterarbeiten soll.**  Überlegen Sie sich, wie die Gravitationskraft und die Radialkraft (Zentripetalkraft) berechnet werden.  Beachten Sie, dass es für die Radialkraft zwei mögliche Formeln gibt. Welche ist für unser Problem sinnvoller? | , da des Systems Sonne-Erde bekannt ist.  Aus der Kräftebedingung  folgt |

|  |  |
| --- | --- |
| Hilfekarte 4 | Lösung |
| **Bei der Radialkraft (Zentripetalkraft) benötigte ich die Winkelgeschwindigkeit . Wie berechne ich diese Größe?**  *Möglichkeit 1: Kraftansatz*  Das Teleskop bewegt sich mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit um die Sonne wie die Erde. Betrachten Sie daher die Kräftebedingung für die Drehbewegung der Erde: Welche Kraft wirkt hier nur als Radialkraft? | Bei der Drehbewegung der Erde wirkt die Gravitationskraft zur Sonne als Radialkraft:  Umstellen nach und einsetzen in die Kräftebedingung von Aufgabe 2.  Tipp: Kürzen Sie die überflüssigen Größen und . |
| *Möglichkeit 2: Definitionsansatz*  Wie ist die Winkelgeschwindigkeit definiert?  Das Teleskop bewegt sich mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit um die Sonne wie die Erde. Wie lange braucht also die Erde, um die Sonne vollständig zu umrunden? | Die Winkelgeschwindigkeit gibt bei einer Drehbewegung an, welcher Winkel (in Bogenmaß) pro Zeit durchlaufen wird: .  Die Erde benötigt  zur Umrundung der Sonne. Sie durchläuft dabei einen Vollkreis mit dem Winkel . |

|  |  |
| --- | --- |
| Hilfekarte 5 | Lösung |
| **Wie berechne ich den Wert , der die Gleichung näherungsweise erfüllt?**  Setzen Sie mehrere Werte für ein und überprüfen Sie, wann auf beiden Seiten der Gleichung ungefähr der gleiche Wert entsteht.  Mit welchen Programmen könnte man dies umsetzen? | * Wertetabelle anlegen (z.B. mit *Excel*) für die linke und rechte Seite der Gleichung * Sie können auch ein CAS verwenden (z.B. die Seite *www.wolframalpha.com*)   Eingabe Wolfram Alpha: *solve polynom*  z.B.: Löse bedeutet  *solve 3.7\*10^(-3)\*x^(2)+6\*x=4/(7-x)^2*  Als Ergebnis kommt genau eine reelle Zahl heraus (Ergebnis ohne i). |

|  |  |
| --- | --- |
| Lagrange-Punkt L1 | Ergebnis |
| **Lösungskarte**  **Bitte erst umdrehen, wenn Sie die**  **Rechnung abgeschlossen haben!** | In der Literatur wird der Abstand des Lagrange-Punktes L1 vom Erdmittelpunkt mit ungefähr angegeben. Der Abstand zur Sonne beträgt also  . |

|  |  |
| --- | --- |
| Hilfekarte 6 (Zusatz) | Lösung |
| **Wie berechne ich den Lagrange-Punkt, wenn das System als ruhend angenommen wird?**  Skizzieren Sie sich das System und zeichnen Sie alle Kräfte ein, die auf das Teleskop im ruhenden Zustand wirken. | Die beiden Gravitationskräfte kompensieren sich gegenseitig. Kräftebedingung: |

|  |  |
| --- | --- |
| Hilfekarte 7 (Zusatz) |  |
| **Ich finde keine Mission zum Lagrange-Punkt L1.**  Suchen Sie im Internet gezielt nach den folgenden Begriffen:   * SOHO * GENESIS |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Hilfekarte 8 (Zusatz) | Lösung |
| **Wie muss ich das Koordinatensystem festlegen, wenn ich den Schwerpunkt mitberücksichtigen will?**  Der Koordinatenursprung soll im Schwerpunkt liegen. Zeichnen Sie dann die Koordinatenachsen ein und bezeichnen Sie alle Abstände zwischen dem Schwerpunkt und den beiden Körpern. |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Hilfekarte 9 (Zusatz) | Lösung |
| **Wie berechne ich die Abstände von Mond und Erde zu ihrem gemeinsamen Schwerpunkt?**  Überlegen Sie sich, wie man physikalisch den Schwerpunkt berechnet. | Es gilt  wobei ist.  : Abstand der Erde zum Schwerpunkt  : Abstand des Mondes zum Schwerpunkt  : Abstand zwischen Erde und Mond |

|  |
| --- |
| Hilfekarte 10 (Zusatz) |
| **Programm *Lagrange.exe***  Das Programm berechnet numerisch die Bahnkurve eines Objektes im System Erde-Mond. In der Simulation kann das Gravitationspotential des Systems als *Schrägbild* oder *Ebene* dargestellt werden.   * Die Startwerte für die Position und Geschwindigkeit eines Objektes werden in der Leiste *BAHNKURVE* eingestellt. Die genauen Koordinaten der Lagrange-Punkte finden Sie unter *Daten*. * Die Simulation startet mit *START*. * Die eingezeichnete Kurve kann mit *LÖSCHEN* aus der Ansicht entfernt werden.   Variieren Sie leicht die Startposition des Objektes, um herauszufinden, ob die Bahn stabil um den Lagrange-Punkt verläuft.  Eine ausführliche Programmbeschreibung finden Sie unter:  http://www.mabo-physik.de/das\_simulationsprogramm\_lagrange.pdf |